



Office de développement de l'Economie Agricole
dans les Départements d'Outre-Mer
31 quai Grenelle 75015 Paris



Conseil Régional de Guyane
66, avenue du Général De Gaulle
B.P 7025 - 97305 Cayenne

08 MARS 1999

INCIDENCES DES PRATIQUES DE GESTION DE L'HERBAGE SUR L'ÉTAT DES PRAIRIES GUYANAISES

Facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du
couvert herbacé fourrager implanté

*Marion SERENA
Johann HUGUENIN*

Département d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des zones Tropicales
(EMVT) du CIRAD
Campus Agronomique
B.P. 701 - 97387 Kourou

Décembre 1998

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet



Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane : SEBOG - Groupement de Producteurs Reconnu
Arrêté Ministériel : 973.71.1261 - PK 15 RN1 Domaine de Soula 97355 Macouria



BR07973



INCIDENCES DES PRATIQUES DE GESTION DE L'HERBAGE SUR L'ÉTAT DES PRAIRIES GUYANAISES

Facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du
couvert herbacé fourrager implanté

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Marion SERENA
Johann HUGUENIN

Département d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des zones Tropicales
(EMVT) du CIRAD
Campus Agronomique
B.P. 701 – 97387 Kourou

Décembre 1998



AUTEURS : M. SERENA ; J. HUGUENIN

TITRE : Incidences des pratiques de gestion de l'herbage sur l'état des prairies guyanaises – Facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du couvert herbacé fourrager implanté

ACCES AU DOCUMENT : CIRAD-EMVT ; ENSA.M ; SEBOG ; Conseil Régional de Guyane ; Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane ; Délégation du Cirad-Guyane ; ODEADOM.

ORGANISME AUTEUR : CIRAD-EMVT de Guyane

ETUDE OU TRAVAIL FINANCÉ PAR : Le Cirad-Emvt, le SEBOG, l'ODEADOM, le Conseil Régional de Guyane.

AU PROFIT DU : SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane).

TYPE D'APPROCHE : Systémique, synchronique et multivariée

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : décembre 1998, Kourou, Guyane française.

PAYS OU RÉGIONS CONCERNÉS : Guyane française

MOTS CLÉS : Agro-pastoralisme, pâturage, dégradation des prairies, gestion de système herbager, Guyane française, analyse multivariée descriptive

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

RÉSUMÉ :

Une des principales limites de l'expansion de la filière élevage - bovin en Guyane est liée à la dégradation très rapide des prairies implantées. Les modes d'exploitation de ces prairies déterminent de façon prépondérante l'évolution du couvert herbacé fourrager ; les contraintes du milieu n'apparaissant qu'au second plan. Ainsi la pérennisation des prairies implantées par des pratiques d'exploitation adaptées constitue la problématique de cette étude.

Le croisement des données relatives à l'état des prairies (degré de dégradation, salissement) et à leur mode d'exploitation (rythmes et durée des passages, niveau de charge... au travers d'une typologie) a été réalisé par traitement statistique (analyses multivariées) ainsi qu'à l'aide de l'outil cartographique (SIG).

L'importance du choix de la graminée à l'implantation est nettement mise en évidence. Il en ressort également qu'une régularité des niveaux de chargement prévaut sur une régularité des rythmes de passage. Le pâturage pseudo - permanent, avec des chargements réguliers, sur prairies à *Brachiaria humidicola*, offre en outre une possibilité de gestion intéressante. L'analyse spatiale permet de relier l'état de certaines parcelles aux contraintes structurelles et fonctionnelles de l'exploitation (position sur le parcellaire, moyens d'accès,...) et représente un moyen privilégié de vulgarisation des résultats.

La méthodologie utilisée s'est avérée efficace. Cette étude permettra de mieux cibler les sites d'étude et les indicateurs à retenir pour approfondir ces résultats. Des propositions sont suggérées pour affiner l'analyse de cette problématique en prenant en compte notamment l'influence des modes d'entretien des parcelles ainsi que les facteurs sociaux ou économiques qui régissent l'élevage.

SOMMAIRE

RESUMÉ.....	I
SOMMAIRE	II
LISTE DES FIGURES.....	III
LISTE DES TABLEAUX ET PHOTOGRAPHIES	IV
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	V
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
1 PRÉSENTATION DES SYSTEMES D'ÉLEVAGE BOVIN GUYANAIS ET DE LEUR CONTEXTE	2
1.1 CONTEXTE HISTORIQUE.....	2
1.2 LES CONTRAINTES ET RESSOURCES DU MILIEU NATUREL	3
1.3 LA DIVERSITÉ DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE.....	4
1.4 LA GESTION DES RESSOURCES FOURRAGÈRES	6
1.4.1 Principales fourragères utilisées.....	6
1.4.2 Pratiques de gestion de l'herbage	8
2 PROBLÉMATIQUE, FINALITÉ, ET MÉTHODOLOGIE DE CETTE ÉTUDE	13
2.1 RÉSULTATS DE L'ÉTUDE RÉALISÉE EN 1997	13
2.2 LA PROBLÉMATIQUE ET L'HYPOTHÈSE DE TRAVAIL DE L'ÉTUDE À CONDUIRE	14
2.3 LA FINALITÉ	14
2.4 STRATÉGIES ET MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE	15
2.4.1 Zonage des élevages étudiés.....	15
2.4.2 Des suivis réguliers des pratiques d'exploitation.....	16
2.4.3 Une campagne de relevés botaniques.....	17
2.4.4 Des observations complémentaires	18
2.4.5 Le traitement des données.....	18
3 UNE PREMIÈRE APPROCHE : L'ANALYSE STATISTIQUE DESCRIPTIVE	19
3.1 LES OUTILS STATISTIQUES UTILISÉS.....	19
3.2 STATISTIQUE DESCRIPTIVE : QUELQUES RAPPELS	19
3.2.1 L'Analyse en Composantes Principales (ACP).....	19
3.2.2 L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).....	21
3.2.3 Entre ACP et AFC : l'Analyse de Hill et Smith.....	21
3.3 LE CHOIX DES VARIABLES	22
3.3.1 Les variables explicatives.....	22
3.3.2 Les variables à expliquer	25
3.4 LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DESCRIPTIVE.....	29
3.4.1 Analyse avec la totalité des variables et analyse simplifiée	29
3.4.2 Principales conclusions	35
3.4.3 Aide à la décision.....	36
4 UNE AUTRE APPROCHE : LA SPATIALISATION DES DONNÉES À L'AIDE D'UN S.I.G.	37
4.1 LES ÉTAPES DE LA CONCEPTION DES CARTES	37
4.1.1 La numérisation des parcellaires	37
4.1.2 Création des topologies.....	38
4.1.3 Lien avec une base de données externe	38
4.1.4 Réalisation de requêtes	38
4.2 ANALYSE DES CARTES PRODUITES.....	39
4.2.1 Généralités sur les exploitations	39
4.2.2 Analyse « spatiale » de l'état des prairies	39
4.2.3 Une autre échelle d'interprétation.....	41
5 LES PERSPECTIVES.....	42
5.1 PERTINENCE DES MÉTHODES ET DES OUTILS UTILISÉS	42
5.2 LES NOUVELLES ORIENTATIONS DE RECHERCHE	43
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	44
BIBLIOGRAPHIE.....	45
LISTE DES ANNEXES	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : La Guyane dans le monde (source : DAF 1989).

Figure 1.2 : Guyane française (Delormes, 1998).

Figure 1.3 : Répartition du cheptel bovin, en nombre de têtes, sur le territoire guyanais en 1989 et en 1996. (source : DAF)

Figure 1.4 : Carte « Pluviométrie normale annuelle en Guyane – période 1961-1990 » : courbes des isohyètes. (source : France météo)

Figure 1.5 : Normales Pluviométriques (1961-1990) dans deux zones importantes d'élevage en Guyane (source : France météo).

Figure 1.6 : Sol podzolique.

Figure 1.7 : Diversité des tailles des structures (Nombre de têtes et d'ha de STH) au SEBOG (juin 1996) (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996).

Figure 1.8 : Répartition de la Surface Toujours en Herbe (STH) en Guyane (DAF, 1996).

Figure 2.1 : Exemple de suivi de rotations et allotements.

Figure 2.2 : Exemple de fiche de relevé botanique.

Figure 2.3 : Le traitement des données et leurs objectifs.

Figure 3.1 : Les différentes étapes de l'analyse statistique multivariée (d'après Baran, 1998).

Figure 3.2 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables : variables de pratiques issues de moyennes pondérées (Plagnet, 1998).

Figure 3.3 : Exemples de parcelles retenues pour chaque modalité de la typologie.

Figure 3.4 : Pourcentage des occurrences et de l'abondance totales en adventives pour chaque espèce d'adventice (Baran, 1998).

Figure 3.5 : Histogramme des valeurs propres de l'ACP des variables botaniques retenues.

Figure 3.6 : Plans factoriels F1-F2 et F3-F4 des variables de l'ACP des variables botaniques retenues.

Figure 3.7 : Histogramme des valeurs propres de l'AFC des variables botaniques retenues.

Figure 3.8 : Plans factoriels F1-F2 et F3-F4 des variables de l'AFC des variables botaniques retenues

Figure 3.9 : Histogramme des valeurs propres de l'analyse de Hill et Smith de l'ensemble des variables.

Figure 3.10 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables de l'étude.

Figure 3.11 : Plan factoriel F3-F4 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables de l'étude.

Figure 3.12 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir des variables de la base de donnée simplifiée.

Figure 3.13 : Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale de Hill et Smith de toutes les variables.

Figure 4.1 : Légende des cartes.

Figure 4.2 : Carte de l'exploitation A.

Figure 4.3 : Carte de l'exploitation B.

Figure 4.4 : Carte de l'exploitation C.

Figure 4.5 : Carte de l'exploitation D.

TABLEAUX

Tableau 1.1 : Espèces et cultivars présents dans les prairies guyanaises (Huguenin, 1997)

Tableau 2.1 : Quelques critères de caractérisation des exploitations retenues.

Tableau 3.1 : Pourcentage d'inertie (%Iner.) expliquée par chaque axe dans l'ACP des variables botaniques retenues (R.Sum. : % cumulé).

Tableau 3.2 : Pourcentage d'inertie expliquée par chaque axe dans l'AFC des variables botaniques retenues

Tableau 3.3 : Récapitulatif des variables choisies pour l'analyse.

Tableau 3.4 : Pourcentage d'inertie (%Iner.) expliquée par chaque axe (R.Sum. : % cumulé) dans l'analyse de Hill et Smith de l'ensemble des variables.

Tableau 4.1 : Précision de la calibration de la table à digitaliser.

PHOTOGRAPHIES

Photo 1.1.A : Troupeau de génisses de reproduction - Zébus Brahmans

Photo 1.1.B : Taureau reproducteur : zébu Brahman.

Photo 1.2 : Principales graminées fourragères implantées (Béreau et Planquette, 1995).

Photo 1.3 : Les deux principales espèces indésirables et un exemple de Cypéracée (Béreau et Planquette, 1995).

Photo 2.1 : Prairie sale et dégradée (exploitation D, février 1998).

Photo 3.1 A et B. : Colonisation du sol nu par les stolons de *Brachiaria humidicola*.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

Les organismes :

ACTA : Association de Coordination Technique Agricole.

BAFOG : Bureau Agricole et Forestier de Guyane.

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

CIRAD-EMVT : département d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des zones Tropicales du CIRAD.

DAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt.

INRA : Institut National de Recherche Agronomique.

INRA-SAD : département Système Agraire et Développement de l'INRA.

IRAT : Institut de Recherche en Agronomie Tropicale.

ODEADOM : Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer.

ORSTOM : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération.

SATEC : Société d'Aide Technique et de Coopération.

SEBOG : Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane.

SUAE : Service d'Utilité Agricole et d'Elevage.

Les références techniques :

ACP : Analyse en Composantes Principales.

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances.

AFCM : Analyse Factorielle des Correspondances Multiples.

CS : Contribution Spécifique.

FS : Fréquence Spécifique.

GMQ : Gain Moyen Quotidien.

ha : hectare.

PV : Poids Vif.

SIG : Système d'Information Géographique.

STH : Surface Toujours en Herbe.

ZIC : Zone Intertropicale de Convergence.



Figure 1.1 (source DAF 1989)

La Guyane française se situe en Amérique du sud, à 4° de latitude Nord sur la côte atlantique entre le Brésil et le Suriname.

Sur une surface de 90.000 km² (environ), 95% sont couverts de forêt tropicale humide constituant une partie de l'immense forêt amazonienne (Blancaneaux, 1981). La pression humaine sur la forêt est très faible. En effet, actuellement cette région, département français d'Outre-mer, ne compte que 130.000 habitants, pour la plupart sur la bande côtière. C'est dans cette zone de la plaine côtière que se situent la majorité des prairies implantées.

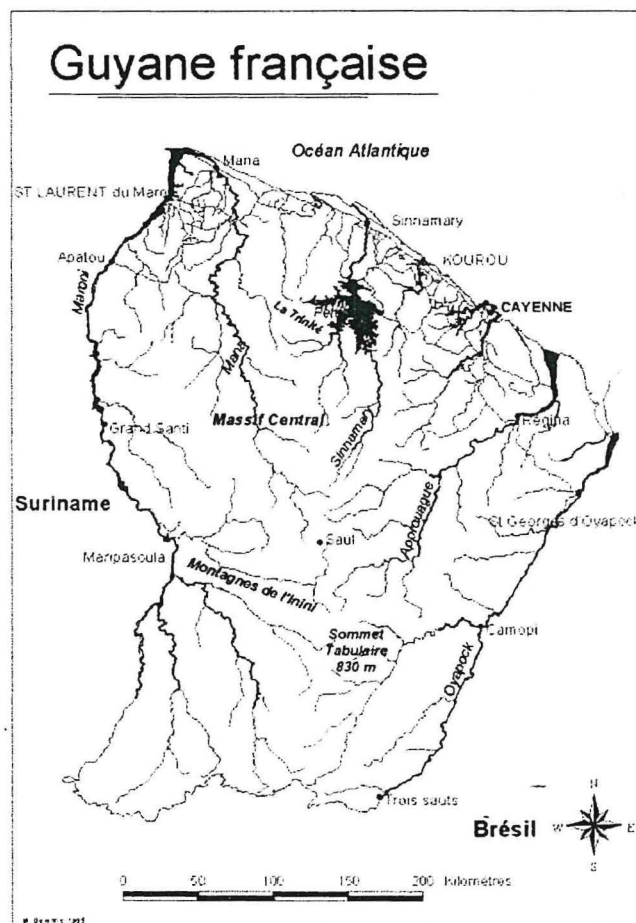


Figure 1.2 (Delormes, 1998)

L'amélioration des ressources pastorales par introductions et cultures d'espèces fourragères exotiques, pour l'élevage du bétail en Guyane, date du début du XIX^e siècle. Ces tentatives ne sont restées qu'à un stade expérimental jusque dans les années 1970. En 1976, l'Etat français met en œuvre un important plan de développement basé principalement sur le secteur agricole et la relance de l'élevage bovin.

La dégradation¹ et le salissement² des prairies se sont révélés très rapidement comme étant un des handicaps majeurs à la rentabilité de l'élevage bovin-viande car, dans bien des situations, la seule solution était la réimplantation périodique. Malgré les travaux de recherche dans ce domaine et l'évolution des savoir-faire des éleveurs, la situation des pâturages reste médiocre. En 1996, seulement un tiers des herbages était considéré comme sain (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996).

Les facteurs les plus faciles à identifier, qui agissent –directement ou combinés– sur la pérennité des prairies sont : le *milieu* pédo-climatique, l'*homme* par les modes de gestion (pâturage, rythmes de pâturage et de fertilisation,...), la *plante* par son adaptabilité au milieu (hydrologie du terrain, sensibilité aux maladies et insectes), sa compétitivité par rapport aux adventices, sa résistance au pâturage et enfin l'*animal* (races et charges) (Béreau, Boulet *et al.*, 1984). Une première analyse en 1997, dans une dizaine d'élevages, a permis de montrer que les facteurs du milieu n'influent pas de façon prépondérante sur l'état des prairies et que ce sont les pratiques de gestion de l'herbage qui ont un rôle primordial dans la pérennisation du couvert herbacé fourrager.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet de recherche - développement agropastoral du CIRAD-EMVT³ (Guyane) basé à Kourou.

Elle a pour objectifs : d'identifier les modes de gestion à risques et les facteurs ou conditions qui favorisent le maintien des prairies.

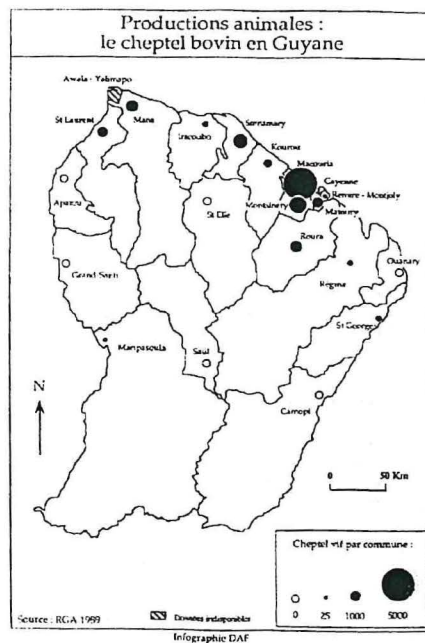
Deux types d'approche ont été adoptés :

- une approche statistique ayant recours aux analyses multivariées. Elle permet de croiser différents modes d'exploitation (recensés grâce à des suivis réguliers dans les élevages), avec l'état des prairies (déterminé après une campagne de relevés botaniques),
- une approche spatiale ayant recours aux représentations cartographiques (cartographie des résultats). Cette représentation est à la fois un outil de communication (divulgaration des résultats aux acteurs locaux) et peut permettre de compléter les résultats de l'analyse statistique.

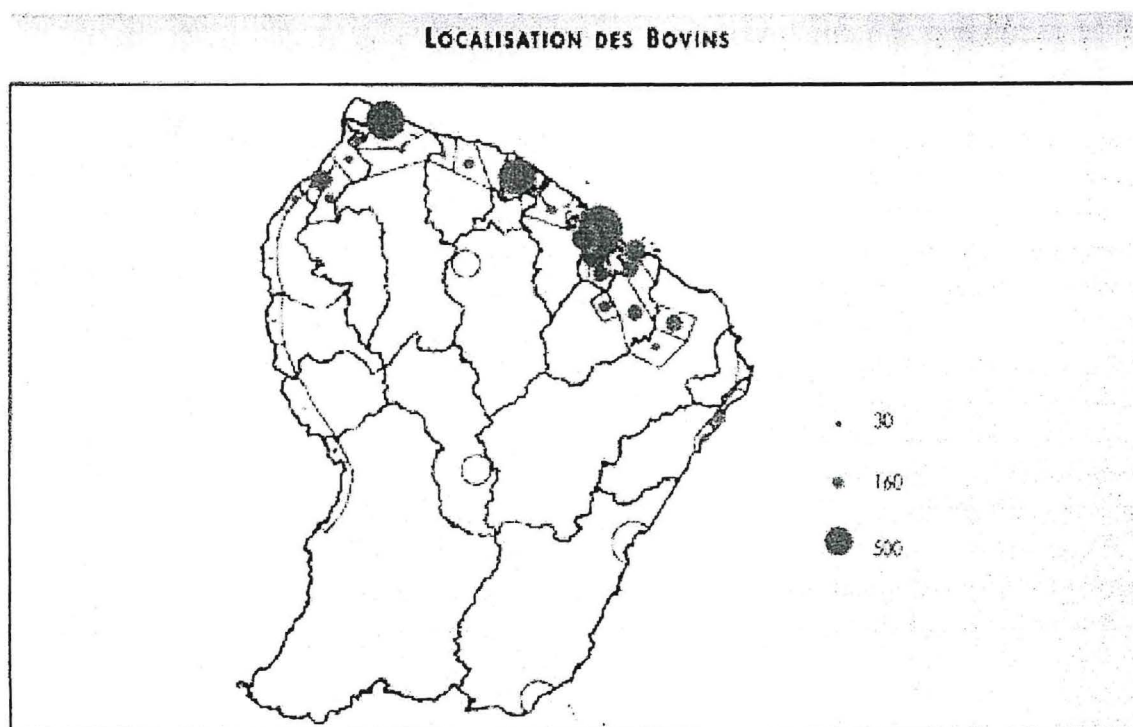
¹ Proportion des adventices dans le tapis végétal de la prairie (Daget et Poissonet, 1971).

² Nombre d'espèces différentes d'adventices.

³ Département Elevage et Médecine Vétérinaire des zones Tropicales (EMVT) du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).



En 1989



En 1996

Figure 1.3 : Répartition du cheptel bovin, en nombre de têtes, sur le territoire guyanais en 1989 et en 1996. (source : DAF)

1 PRESENTATION DES SYSTEMES D'ELEVAGE BOVIN GUYANAIS ET DE LEUR CONTEXTE

(Fig. 1.1 et 1.2)

1.1 Contexte historique

Dès le 16^{ème} siècle s'installe la confusion entre luxuriance de la végétation et fertilité du milieu (potentialités agricoles) (Vivier, 1984). Ainsi les premiers arrivants voient en la Guyane une terre propice au développement agricole. Notamment pour les colons du 18^{ème} siècle les vastes savanes de la plaine côtière semblent le milieu idéal pour lancer des projets de développement de l'élevage. L'objectif était d'approvisionner en viande les Antilles françaises (Vivier, 1995). Toutes les tentatives de ces époques ont échoué pour diverses raisons :

- aucune étude préalable des potentialités réelles du milieu (faible valeur fourragère de la végétation naturelle...),
- inexpérience des migrants,
- occultation des systèmes et pratiques déjà implantés dans les pays frontaliers (Brésil, Suriname),
- essai d'implantation d'un système européen inadapté,...

Ainsi le troupeau bovin local, qui était de 8.000 à 10.000 têtes en 1840-50 est tombé un siècle plus tard (1975) à moins de 1.000 têtes élevées individuellement au piquet ou en divagation libre¹ (Vissac, Vivier *et al*, 1995).

Au début du 19^e siècle, les premières espèces fourragères (*Panicum maximum* (herbe de Guinée) et *Brachiaria mutica* (herbe de Para)) ont été importées afin d'améliorer la végétation herbacée en place (Vivier, 1984 ; Béreau, 1995).

Il a fallu attendre le 20^e siècle pour que de grandes surfaces d'espèces fourragères soient implantées. Suite à la départementalisation de 1946, en 1950, le BAFOG, Bureau Agricole et Forestier de Guyane, lance de nouveaux travaux sur les cultures fourragères.

En 1976 débute le "Plan Vert" ou programme de développement de l'agriculture à l'instigation de l'Etat. Ce plan concerne en particulier l'élevage bovin et, dans cette optique, plus de 8.000 ha de prairies ont été plantés (entre 1976 et 1984), essentiellement sur terrain forestier défriché. Les terrains de savanes étant considérés comme inaptes à tout aménagement agricole (Blancaneaux, 1981).

Dans le secteur de l'élevage bovin viande, l'objectif était de passer d'un élevage à vocation de rente ou d'épargne (Dedieu, 1995) à un élevage à fonction de production. Pour cela, 13.000 têtes de bétail ont été importées avec en majorité des zébus Brahman (race rustique largement représentée en Amérique du sud et centrale) et 150 personnes (essentiellement métropolitaines) ont été installées dans les exploitations. Ce plan de développement avait pour but de réduire les importations, de satisfaire les besoins antillais et guyanais. Au niveau production, le but était d'atteindre un croît de plus de 400 kg de poids vif par ha par an (Vivier, 1995). Pour atteindre cet objectif, la stratégie était de conduire de façon intensive des prairies temporaires : cette intensification devant se traduire par une augmentation de la charge à l'ha (Arnaud, Nobile *et al.*, 1976).

¹ En effet au cours de cette période, de nombreux bouleversements sociaux et politiques sont apparus : invasion portugaise, abolition de l'esclavage, ruée vers l'or, perte de l'Amapa (récupéré par le Brésil), ouverture du bagne (Henry, 1989).

PLUVIOMETRIE NORMALE ANNUELLE - PERIODE 1961/1990

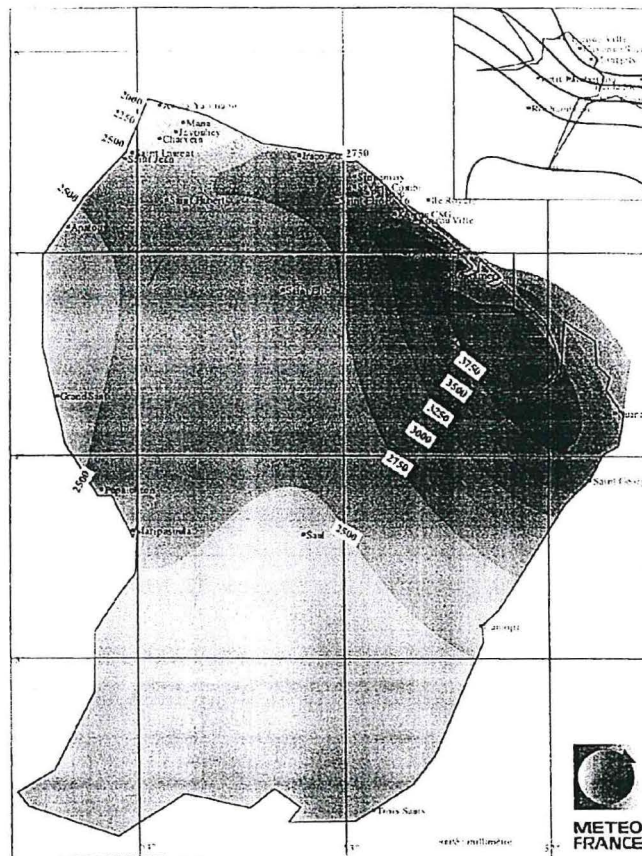


Figure 1.4 : Carte « Pluviométrie normale annuelle en Guyane – période 1961-1990 » : courbes des isohyètes. (source : France météo)

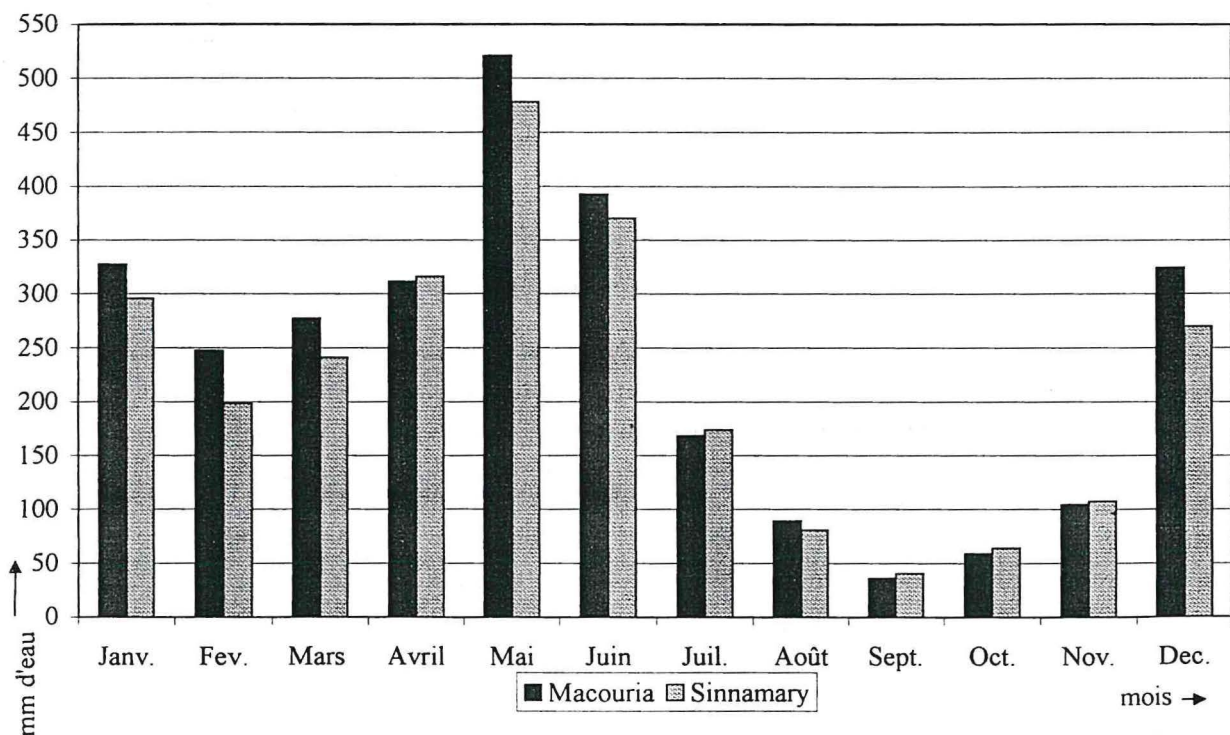


Figure 1.5 : Normales Pluviométriques (1961-1990) dans deux zones importantes d'élevage en Guyane. (source : France météo)

Cependant la durée du Plan et ses objectifs n'étaient pas compatibles avec la réalité des entreprises humaines car il fallait simultanément :

- non seulement constituer un troupeau (importations), créer une ressource fourragère et l'aménager,
- définir les références techniques locales (recherche),
- mais surtout mettre en place une structure économique capable de gérer l'amont et l'aval de la production.

Dès 1981, le surendettement pèse sur tous les budgets et les conditions d'aménagement sont remises en cause. Petit à petit les systèmes d'élevage se diversifient. Avec le désengagement de l'Etat du Plan vert, 10 ans après son lancement (1976-1986), la filière bovine connaît une crise importante (Letenneur, Matheron, 1991). De 1986 à 1989 le nombre des effectifs bovins diminue presque de moitié (décapitalisation du cheptel). Il reste en 1991 une vingtaine d'exploitations issues du Plan Vert contre 150 bénéficiaires initialement et la production chute à 240-250 t.an⁻¹ (taux de couverture de la consommation locale : 16-18% (Huguenin, Lhoste *et al*, 1996)).

Par la suite, les organismes de recherche, en particulier le département SAD de l'INRA puis le CIRAD-EMVT se sont lancés dans l'analyse des causes de cet « échec » du Plan vert afin d'éviter de refaire les mêmes erreurs. Les objectifs initiaux du Plan vert n'étaient pas réalisables dans le temps imparti (mauvaise conception par les politiques) cependant cet essai de relance de la filière bovine a laissé des acquis, un « fonds culturel commun » (Darré, 1996) (comme par exemple la mise en place de clôtures). Même si les résultats escomptés n'ont pas été atteints, on observe une certaine amélioration dans la filière.

1.2 Les contraintes et ressources du milieu naturel...

L'implantation géographique des zones d'élevage au moment du plan a été réalisée sous forme d'îlots régulièrement répartis sur la bande côtière septentrionale (plaine du littoral) qui présente, sur de grandes surfaces, une topographie peu accidentée et une bonne accessibilité (Fig. 1.3).

➤La productivité en fourrage varie au cours des saisons. Cette répartition saisonnière dépend d'une **climatologie de type équatorial** avec une pluviométrie élevée mais variable entre la zone côtière (où sont les élevages bovins) et l'intérieur du pays (entre 2000 mm à plus de 3500 mm/an) (Fig. 1.4). Ce sont les fluctuations de la Zone Intertropicale de Convergence (ZIC) qui définissent la variation saisonnière des pluies (Roche, 1990) avec :

La saison des pluies : de la mi-novembre à la mi-août avec des très fortes précipitations en décembre-janvier (petite saison des pluies) et de mi-avril à juin (grande saison des pluies) lorsque la ZIC oscille sur le pays. Entre les deux, on observe une diminution des précipitations (le « petit été de mars » : quand la ZIC est proche de l'Equateur) (Fig. 1.5).

La grande saison sèche : de mi-août à mi-novembre avec seulement des précipitations localisées orageuses et parfois 1 à 2 mois sans pluie. Durant celle-ci, le fonctionnement des exploitations peut être perturbé notamment pour l'abreuvement et des effets de la sécheresse peuvent aussi être observés dans les pâturages. En effet, les savanes gorgées d'eau pendant la saison des pluies (2 à 3 m de pluies par an) sont complètement « grillées » en saison sèche. Ceci est lié une très forte évaporation (Silvain, 1984) et la capacité de rétention en eau (réserve utile) est alors très faible (dessèchement superficiel dans les 40 premiers cm) (Ducrey et Guehl, 1990).

Le taux d'humidité est toujours élevé autour de 85 % et la température moyenne est de 26°C toute l'année.

Ces conditions météorologiques semblent favorables à la mise en valeur agricole avec nécessité de maîtriser l'excès d'eau (assainissement, drainage,...) et seulement une période réduite de déficit hydrique. Celle-ci demande cependant certaines précautions préalables : gestion

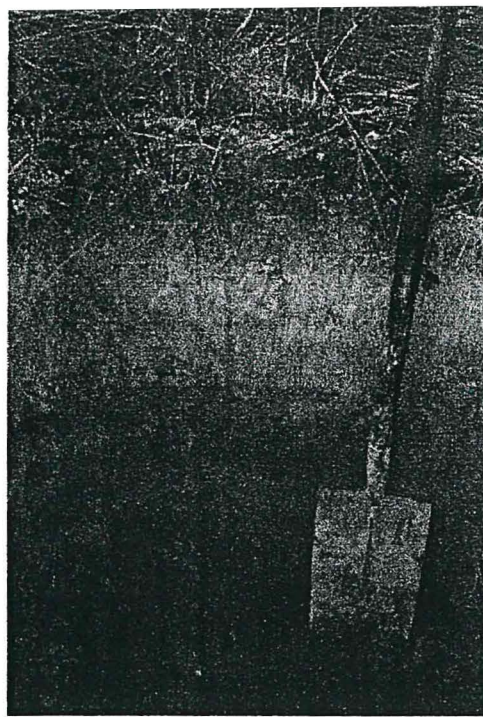
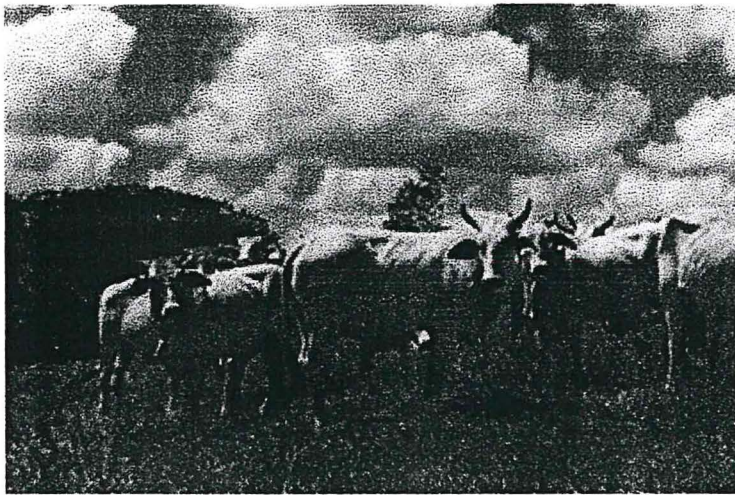


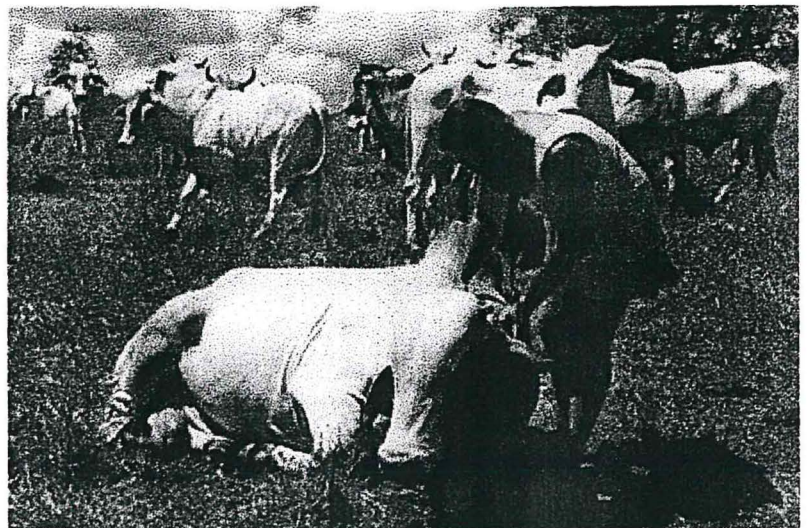
Figure 1.6 : Sol podzolique.



A.

Photo 1.1.A : Troupeau de génisses de reproduction - Zébus Brahman

Photo 1.1.B : Taureau reproducteur : zébu Brahman.



B.

des adductions d'eau, raisonnement du parcellaire en fonction de l'accessibilité aux points d'eau, maintien de réserves d'herbe sur pied, fabrication de foin,...

➤ Les **caractéristiques pédologiques** de ces zones d'implantation font apparaître des systèmes de sols ferralitiques plus ou moins appauvris ou podzolisés.¹ (Fig. 1.6)

Ces sols se différencient plus par leurs propriétés physiques, en particulier les capacités de circulation des eaux et de pénétration des racines (importance de la micro-topographie), que par leur fertilité chimique partout très basse (sols acides avec un pH-eau entre 4 et 5) (Cabidoche, 1984).

Cependant, ces sols du cordon littoral, principalement des sols podzoliques et podzols², ont longtemps été considérés comme « *impropres à toute mise en valeur agricole* » (Blancaneaux, 1981) même à l'implantation de *Brachiaria spp.* De plus la pratique des « feux de brousse » pour améliorer la qualité du fourrage naturel (augmentation du pH, apport de calcium, de magnésium et de potassium (Cabidoche, 1984)) peut parfois s'avérer très préjudiciable car elle détruit l'horizon humifère superficiel et affaiblit la structure du sol (les cendres étant lessivées en profondeur).

Dans les années 50, le BAFOG commence à s'intéresser à l'aménagement agricole de ces savanes naturelles. Pour l'implantation d'une prairie artificielle dans la plaine côtière, les zones à sables jaunes sont conseillées (Thomassin, 1959).

Sur ces zones se sont mis en place des élevages qui se différencient surtout par leurs modes de gestion.

1.3 La diversité des systèmes d'élevage

▪ Aspects généraux

L'**élevage bovin** guyanais est essentiellement tourné vers la **production de viande** (cheptel autour de 8.000 têtes depuis 1993 (D.A.F., 1996) (Fig.1.3), la production laitière n'étant qu'embryonnaire (250 vaches laitières en 1993) à cause des difficultés de transformation et de commercialisation du lait.

Trois races représentent 85 % des vaches à viande : dominance des **zébus** (bonne rusticité et résistance au parasitisme mais assez faible rendement en viande) (Photo. 1.1.A et B) et des croisements avec ceux-ci (avec des races métropolitaines : Limousine, Brune des Alpes, Aubrac, pour augmenter les rendements en viande), et la « race créole ».

En zone tropicale, le réservoir de prédateurs, de parasites et agents infectieux est abondant, entraînant des pathologies nombreuses et multiformes (pas de douve cependant). Les **risques sanitaires** majeurs sont les hémoparasitoses (pyroplasmose, anaplasmose,...) transmises par des vecteurs : les taons et les tiques. La prophylaxie doit donc être très suivie. Selon les exploitations, les plans de prophylaxie varient beaucoup (différentes races, coût des produits, variabilité inter-zones et saisonnière).

¹ On distingue trois grandes catégories de sols en Guyane (Blancaneaux, 1981) :

- les **sols des terres hautes** (70% de la surface) recouverts par la forêt dense humide, sempervirente, formés par l'altération du bouclier guyanais, essentiellement constitués de sols ferralitiques ;
- les **sols formés sur terrains sédimentaires récemment exondés** où l'on trouve les paysages des savanes sèches à l'ouest de Cayenne : zone d'implantation majeure des élevages;
- les **sols des terres basses** formés sur alluvions marines récentes représentés surtout à l'est de Cayenne formant les paysages des vastes marécages côtiers.

² en relation avec la forte pluviométrie et la faible profondeur de la nappe phréatique qui accélèrent le processus de lessivage dans la zone de battement.

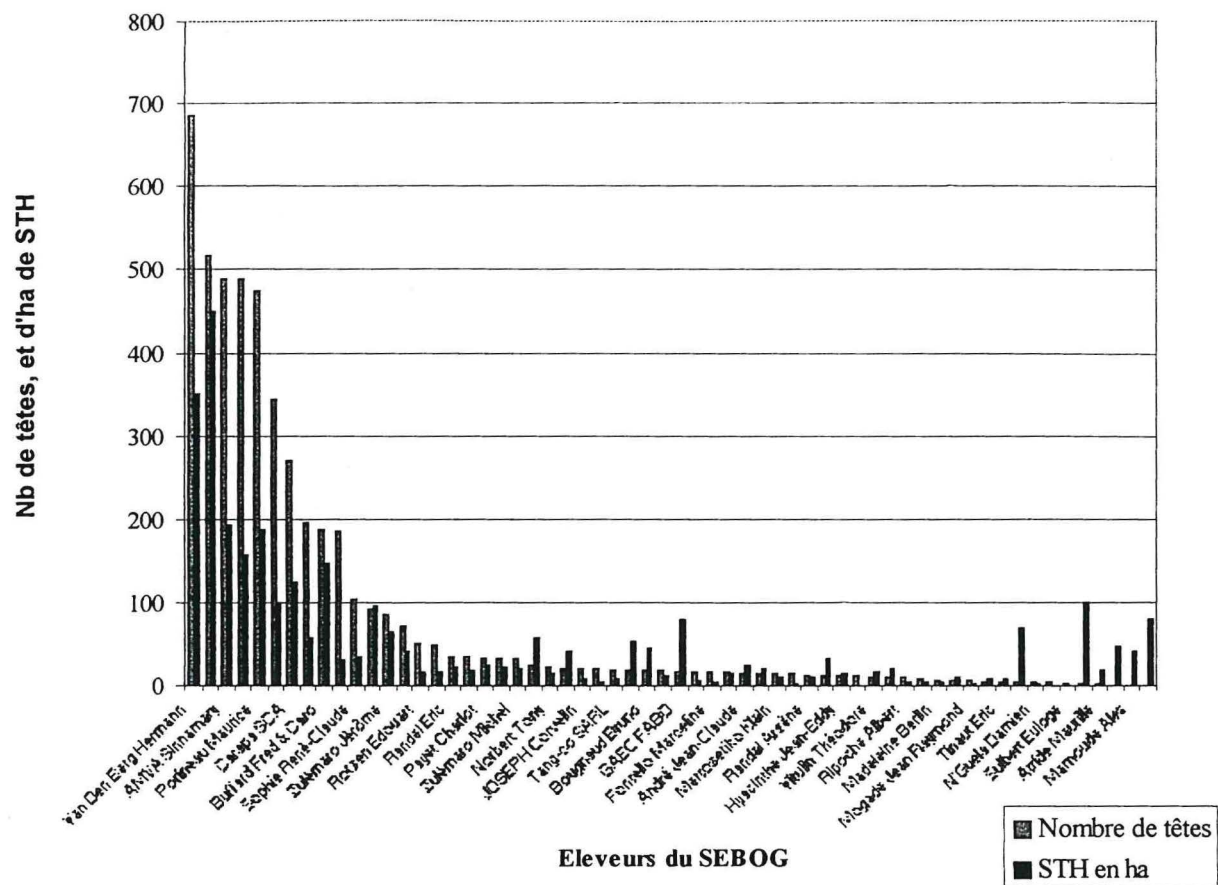


Figure 1.7 : Diversité des tailles des structures (Nombre de têtes et d'ha de STH) au SEBOG (Huguenin, Lhoste et al., 1996)

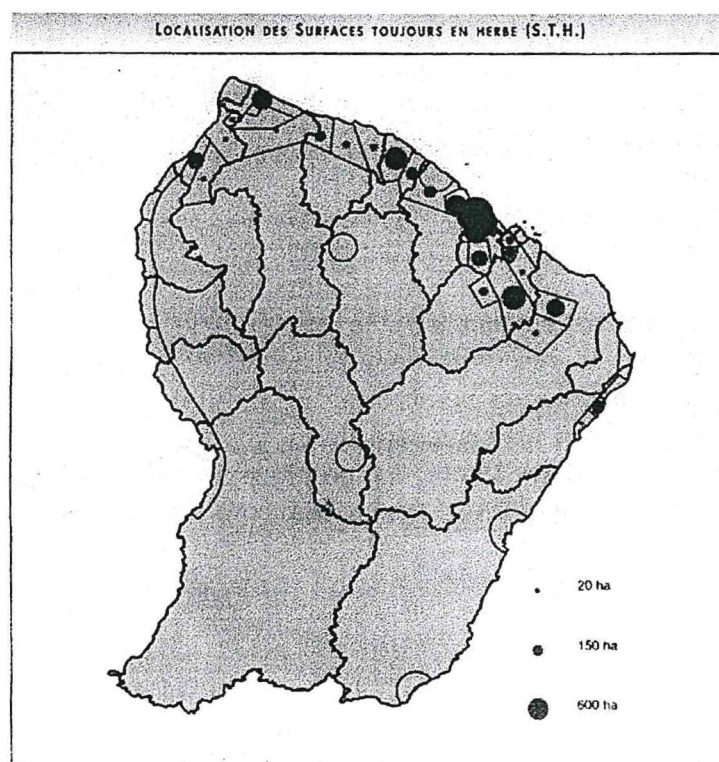


Figure 1.8 : Répartition de la Surface Toujours en Herbe (STH) en Guyane (DAF, 1996).

Le fonctionnement des élevages bovins repose sur un système herbager. Mais bien que l'alimentation soit uniformément fondée sur le pâturage des parcelles, une complémentation (issue de riz,...) peut être distribuée à des catégories particulières d'animaux¹. L'insémination artificielle est très peu pratiquée.

Le **bétail est conduit toute l'année**, jour et nuit, au pâturage². Ce système de production en « ranching » induit des modes de conduite particuliers, avec allotements (avec rotation ou non).

▪ Les différents systèmes d'élevage

Les **modes d'élevage** ont nettement évolué :

- avant le Plan vert³ (avant 1976) les élevages traditionnels étaient à fonction de rente avec des bêtes au piquet ou pâturant en liberté dans la savane « naturelle » (Dedieu, 1995) ;
- les objectifs du Plan vert (1976-1984) étaient de transformer ce système en un élevage à vocation de production où les troupeaux pâturent toute l'année sur des prairies implantées en graminées tropicales hautement productives, en conduite intensive ;
- après le Plan vert, on observe une grande diversité dans les systèmes d'élevage dont témoignent déjà la diversité des tailles des structures et des effectifs (Fig. 1.7), la référence à un modèle unique « Plan vert » n'existe plus et les approches techniques ont évolué.

On distingue ainsi en 1995 quatre grands groupes d'élevage qui ont chacun un mode de gestion particulier lié à différentes logiques d'exploitation (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996) :

- des élevages avec une fonction de production,
 - des élevages en cours d'installation sur fonds propres souvent associés à une pluriactivité,
 - des anciens élevages « Plan Vert » en situation « d'échec » ou de décapitalisation progressive,
 - des petits élevages dont la fonction principale est l'épargne et/ou l'occupation foncière ou même une fonction ludique (logique dominante dans l'élevage traditionnel créole qui existait avant le Plan vert et qui persiste).

Toutefois la logique d'un éleveur n'est pas figée et unique, il est donc important de ne pas reproduire un système d'encadrement rigide et standard mais plutôt d'analyser les situations existantes et d'accompagner les éleveurs dans leurs stratégies (rôle des groupements de producteurs -cf ci-dessous- et des organismes de recherche tel que le CIRAD-EMVT).

La filière bovin-viande est actuellement en expansion. Au début des années 90, des éleveurs producteurs se sont regroupés au sein d'un syndicat : le Syndicat de Eleveurs Bovins de Guyane (SEBOG) afin de coordonner leurs actions sur la filière. En 1993, ce syndicat est agréé « groupement de producteurs reconnu » (auprès duquel le CIRAD-EMVT a un rôle-d'appui technique et scientifique). Le SEBOG s'est engagé dans une politique de structuration de la filière au niveau de l'encadrement technique des élevages, de l'organisation de la commercialisation et de la gestion des marchés, des approvisionnements,...(SEBOG, 1993).

¹ La distribution de minéraux, fortement recommandée est également réalisée.

² Les contraintes liées au transfert de fertilité sont moindres avec ce système de production (pas de problème de carences en potassium).

³ Cf chapitre 1.1.



1. *Digitaria
swazilandensis*



2. *Brachiaria
decumbens*



3. *Brachiaria
humidicola*

Photo 1.2 : Principales graminées fourragères implantées.
(Source : Béreau et Planquette, 1995)

Selon le modèle d'élevage adopté (pâturage toute l'année et production de viande à moindre coût) l'objectif primordial est de maintenir, après plantation, une ressource fourragère stable, susceptible de satisfaire la plus grande partie des besoins alimentaires des bovins (vaches allaitantes ou animaux à l'engraissement) (Vivier, Coppry *et al.*, 1985). Une bonne productivité fourragère des prairies (moindre raréfaction de l'herbe) est donc une absolue nécessité pour la rentabilité de l'élevage bovin en Guyane.

1.4 La gestion des ressources fourragères

Avec 9500 hectares en 1993, les Surfaces Toujours en Herbe (S.T.H.) représentent le premier poste d'utilisation du sol (D.A.F., 1996) sur lesquelles on trouve un huitième des exploitations agricoles (Fig.1.8). On trouve encore quelques élevages qui pâturent les ressources fourragères spontanées des savanes mais la majorité se trouvent sur prairies implantées.

1.4.1 Principales fourragères utilisées

Gamme fourragère initiale

En 1950-60, le BAFOG étudie à la fois les possibilités de valorisation des ressources fourragères spontanées des savanes et l'exploitation d'espèces fourragères exotiques (Thomassin, 1960). Ainsi des boutures de plus de sept graminées fourragères furent introduites¹.

Dans les années 60, plusieurs organismes de recherche (notamment l'IRAT² et la SATEC³) introduisent d'autres espèces fourragères⁴, essentiellement d'origine africaine, et les testent dans différents milieux. Mais ce sont des espèces issues des travaux de l'INRA du début des années 70 aux Antilles françaises, qui ont été retenues. Cette gamme d'espèces a été utilisée pour l'installation des prairies dans le cadre du plan de développement de 1976 (le Plan vert), avec en particulier, l'implantation massive de *Digitaria swazilandensis*.

A l'époque du Plan vert, les recommandations pour l'herbage étaient d'installer des prairies mono-spécifiques avec des **espèces exotiques** sur terrain déforesté (Béreau et Vivier, 1985). Faire des mélanges (plusieurs espèces de graminées) était exclu et les associations (graminées-légumineuses) étaient peu recommandées. Pourtant Vivier en 1981 faisait remarquer la fragilité des cultures mono-spécifiques qui couraient d'importants risques phytosanitaires (Vivier, 1984).

Gamme fourragère actuelle

A la fin du Plan vert, afin d'élargir la gamme fourragère à proposer, en 1988 une plaquette de vulgarisation mentionnait neuf espèces : *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria mutica* Tanner, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum timorense*, *Pennisetum purpureum* et *Andropogon gayanus* (Photo. 1.2).

Quelques recommandations sur les espèces à planter en fonction du type de sols ont été formulées : *Brachiaria decumbens* sur sol bien drainé ; *Brachiaria mutica* Tanner en zone très humide (Béreau, 1995) ; *Brachiaria humidicola* plante agressive supportant les zones hydromorphes mais longue à s'implanter.

Actuellement, l'implantation de prairies mono-spécifiques reste dominante. Il existe toutefois des exploitations qui ont installé des prairies en mélanges (plusieurs graminées) et/ou

¹ *Brachiaria mutica*, *Digitaria decumbens*, *Pennisetum clandestinum* et *purpureum*, *Melinis minutiflora*, *Tripsacum laxum*

² Institut de Recherche en Agronomie Tropicale.

³ Société d'Aide Technique et de Coopération.

⁴ *Brachiaria brizantha* USDA, *Pennisetum purpureum* Merker, *Ischaemum indicum*

associations (graminées – légumineuses). Cependant la gamme des légumineuses reste encore restreinte : *Calopogonium mucunoïdes* donne de bons résultats mais ne se pérennise pas contrairement à *Desmodium ovalifolium* cv CIAT 350 mais celle-ci est longue à s'implanter (Huguenin, 1996).

Sur sols de savane, certains mélanges peuvent être préconisés avec des espèces à développement foliaire rapide (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*) et des espèces ayant une implantation plus lente mais qui semblent mieux se pérenniser (*Brachiaria humidicola*, *Brachiaria dictyoneura*) (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996).

Les espèces et cultivars implantés actuellement dans les prairies guyanaises¹ sont présentés dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1 : Espèces et cultivars présents dans les prairies guyanaises (Huguenin, 1997)

Familles	Genres	Espèces	Installation	Introduction		Présence ¹
				Epoque	Organisme	
Graminées	<i>Digitaria</i>	<i>swazilandensis</i>	boutures	Années 1970	INRA	+++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>decumbens</i>	boutures + semis	Années 1975	INRA	+++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>brizantha</i>	semis	Années 1980	INRA	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>brizantha</i> USDA	boutures	Années 1970	IRAT	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>ruziziensis</i>	boutures + semis	Années 1973	INRA	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>humidicola</i>	boutures + semis	Années 1980	INRA	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>arrecta</i> Tanner	boutures	Années 1970	DAF	+
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>mutica</i>	boutures	Années 1960	IRAT	ε
Graminées	<i>Ischaemum</i>	<i>indicum</i>	boutures	Années 1960	SATEC	+
Graminées	<i>Ischaemum</i>	<i>timorensis</i>	boutures	Années 1960	BAFOG	+
Graminées	<i>Hemarthria</i>	<i>altissima</i>	boutures	Années 1960	DAF	ε
Graminées	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i>	semis + boutures	Années 1960	INRA	ε
Graminées	<i>Paspalum</i>	<i>conjugatum</i>	Semis + boutures	Années 1980	INRA	ε
Graminées	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>	boutures	Années 1960	BAFOG	ε
Légumineuses	<i>Calopogonium</i>	<i>mucunoïdes</i>	semis	Années 1980	INRA	+
Légumineuses	<i>Desmodium</i>	<i>ovalifolium</i>	semis	Années 1980	INRA	+
Légumineuses	<i>Stylosanthes</i>	<i>hamata</i>	semis	Années 1990	CIRAD	+
Légumineuses	<i>Aeschynomene</i>	<i>americana</i>	semis	Années 1980	INRA	ε
Légumineuses	<i>Arachis</i>	<i>pintoï</i>	semis	Années 1980	INRA/CIRAD	ε
Légumineuses	<i>Pueraria</i>	<i>phaseoloïdes</i>	semis	Années 1950	BAFOG	ε

¹ Présence approximative des différentes espèces fourragères exploitées en Guyane, ε = Epsilon.

¹ La plupart des graminées implantées se prêtent bien à la fénaison (sauf *Brachiaria* sp. USDA (absence de tiges), *Ischaemum timorense*, *Pennisetum purpureum* (difficultés de séchage)), effectuée pour faire des réserves pendant la saison sèche ou bien pour distribuer pendant le plus fort de la saison des pluies. Cependant l'enjeu n'est pas du tout de même ampleur que dans les zones tempérées.

1.4.2 Pratiques de gestion de l'herbage

1.4.2.1 L'installation des prairies et leur entretien

• Les techniques d'implantation

☞ La mise en place de pâturages peut être réalisée sur sols issus de **zones déforestées**¹ (majorité des cas en 1970-1980) ou sur sols de savane (déconseillée dans les années 1970 mais devient peu à peu majoritaire depuis 1990).

Sur sols de savane, la mécanisation des pratiques culturales est possible dès l'implantation et permet l'économie d'un défrichement. Cependant certains aménagements fonciers sont préconisés en particulier pour la gestion de l'eau : assainissement et drainage en creusant des fossés dans les bas de pente.

☞ Avant l'implantation, l'apport d'un **amendement calcaire** (chaulage) apparaissait indispensable étant donné l'acidité des sols et leur toxicité aluminique. Mais le comportement du CaO en zone tropicale (très faible rémanence du chaulage) nécessitait alors un apport régulier au rythme des fertilisations (Cabidoche, 1984). Cependant cette recommandation n'est appliquée qu'exceptionnellement et le problème est contourné par l'application de scories : pratique testée à la fin du Plan vert (1984) sur l'initiative d'éleveurs guyanais.

☞ En outre, un **labour** préalable avec passage des disques était préconisé avant tout semis ou bouturage et il est également conseillé de réaliser un **désherbage total** au glyphosate. Ce dernier est actuellement très rarement effectué car trop onéreux.

☞ La quantité de **semences** à utiliser varie entre 4 et 8 kg.ha⁻¹, pour pallier un faible taux de germination. Un passage avec des rouleaux permet d'améliorer le pourcentage de germination.

• Les techniques d'entretien

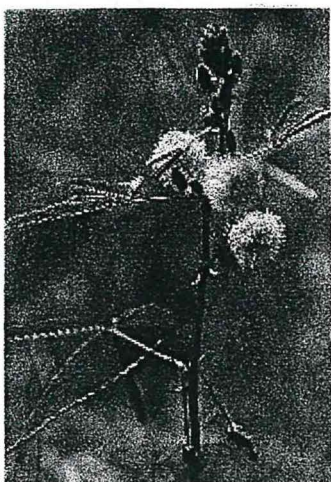
➤ La fertilisation

Les recommandations du Plan Vert étaient : « *une fertilisation annuelle de 500 kg.ha⁻¹ de chaux épandus en deux fois et de 100 unités de NPK sous forme de 3x17 fractionnées en apports de 25 unités épandues après le passage des animaux tous les deux cycles (soit environ 90 jours)* » (Vivier et al., 1984).

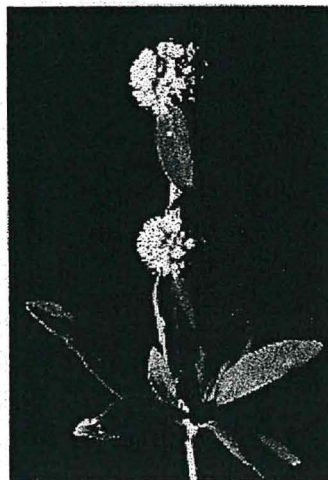
Cependant après la crise pétrolière (1973-75) et étant donné le coût très élevé des engrais en Guyane, ces doses n'étaient pas appliquées (niveau de fertilisation inférieur à 50 unités d'azote par ha pour plus de 50% des éleveurs (Dedieu, Lebouteiller, 1995)).

¹ Le **défrichement** est soit manuel suivi d'un brûlis des souches et des arbres abattus (aucune utilisation du bois) : technique longue, moyennement onéreuse, peu destructurante pour le sol, permettant grâce à la restitution des oligo-éléments, une économie du chaulage et de la fertilisation pendant au moins une année (Cabidoche, 1984) mais toute mécanisation des travaux est impossible pendant une longue période. Ou bien le défrichement est mécanique avec utilisation de bulls, formation d'andains qui seront brûlés : cette technique est plus rapide (c'est pourquoi elle a été très employée au départ), plus coûteuse et surtout elle est néfaste pour la conservation des sols (déstructuration du premier horizon de surface ce qui accentue l'érosion des sols). Ainsi, afin de limiter la dégradation des sols lors du défrichement massif au début du Plan Vert, l'INRA a conseillé une implantation immédiate après un arasement et un andainage sans brûlis, le dessouchage étant réalisé après 3 à 5 ans d'exploitation lorsque les racines sont fragilisées. Certains éleveurs ont adopté une autre solution à deux étapes tentant de préserver la structure et la fertilité des sols forestiers : défrichement manuel, puis lorsque la culture fourragère recouvre tout, dessouchage mécanique (Dedieu, 1985).

1. *Mimosa pudica*



2. *Spermacoce verticillata*



3. *Cyperus luzulae*



Photo 1.3 : Les deux principales espèces indésirables et un exemple de Cypéracée.
(Source : Béreau et Planquette, 1995)

Ainsi, dans l'optique d'une réduction des coûts et suite à quelques études, à la fin des années 80, un minimum de 70 à 80 unités de NPK.ha⁻¹.an⁻¹ était préconisé. En deçà, les risques de dégradation semblent augmenter (Béreau, 1995).

Actuellement, pour des problèmes de trésorerie et d'approvisionnement, la plupart des éleveurs ne fertilisent pas et lorsqu'ils épandent de l'engrais, le niveau dépasse rarement 50 unités d'azote par ha et par an. Pour une fertilisation minimale en N, le produit le moins coûteux à l'unité est l'urée, et le phosphate naturel pour une fertilisation en P.

Quelques éleveurs, afin de réduire les coûts des intrants et pour améliorer leur système fourrager, ont introduit des légumineuses dans des prairies à graminées. L'adaptation des légumineuses aux conditions agro-pédo-climatiques n'est pas facile (notamment en terme de pérennité après pâture et aussi parce qu'elles ont un cycle photosynthétique différent (légumineuses : plantes en C3, graminées : plantes en C4)) mais elles améliorent les teneurs en N, P et K des fourrages (en système pâturé). Elles permettent même, dans certains cas, d'arrêter la fertilisation azotée et de n'apporter que des scories ou phosphates naturels (Béreau *et al.*, 1992).

D'ailleurs le phosphate en Afrique et Amérique du Sud est considéré comme l'élément le plus important (et non pas l'azote), ceci commence à être mis en évidence en Guyane par les éleveurs (choix d'appliquer des scories). Ainsi cet apport phosphocalcique est maintenant préconisé à la suite de discussions entre les éleveurs, le CIRAD, et l'ODEADOM¹.

➤ Le contrôle des adventices

▫ Les principales adventices des prairies guyanaises :

« La notion d'adventice est très relative ! Pour l'agronome, ce sont les « mauvaises herbes » des terres cultivées ou des prairies. Pour l'écologiste au contraire, ce peuvent être des espèces à protéger » (De Bonneval, 1993). Selon le contexte et le milieu une plante peut donc être considérée comme un adventice ou non.

➤ Le terme **adventice** est utilisé ici comme synonyme de mauvaises herbes (indésirables) dans le sens de plante adventice d'une prairie (Association de Coordination Technique Agricole (ACTA), 1995).

D'après les réalités de terrain, dans notre étude, nous avons distingué plusieurs niveaux chez les adventices :

- les plantes « neutres » : espèces non plantées donc spontanées, appréciées, qui ne semblent pas réduire la production et la valeur alimentaire des prairies pour les bovins, elles ne font pas l'objet de lutte (c'est le cas de *Paspalum conjugatum*, *Desmodium spp.*,...).

- les mauvaises herbes, espèces souvent non consommées par le bétail, avec 2 types :

- * celles peu préoccupantes car elles diminuent faiblement la potentialité fourragère des prairies (cas des Cypéracées) ;

- * celles qui présentent un caractère envahissant puissant (même si elles sont parfois consommées comme *Mimosa pudica*) : les **indésirables**.

➤ Les **espèces adventices** rencontrées en Guyane sont souvent des espèces spontanées des milieux de savane (Hook, 1971) et plus du 1/3 sont des monocotylédones (sur 32 familles).

Parmi les principales espèces présentes (Photo. 1.3), on peut citer :

- les Cypéracées (une dizaine d'espèces) : installées surtout sur sols tassés, au pH bas² et hydromorphes (*Mariscus sp.*, *Cyperus luzulae*, *Cyperus sphacelatus*, *Torulinium odoratum*,...)

¹ Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer.

² pH KCl entre 3,8 et 4,5.

- les **indésirables** : *Mimosa pudica* (nom local : Sensitive) et *Mimosa pigra* (Mimosacées),
Spermacoce verticillata (Rubiaceae, nom local : tête nègre),
Solanum sp., (Malvacée).

Ces plantes à l'enracinement profond et puissant sont particulièrement dangereuses pour les prairies car elles ont des propriétés colonisatrices très fortes, surtout en milieu d'élevage, et elles peuvent inverser, dès la première erreur technique, les termes de la compétition à leur profit et la dégradation est alors très rapide. (Vivier et Coppry, 1984).

Ces plantes adventices sont adaptées aux conditions pédo-climatiques locales et entrent en concurrence avec des espèces plantées très souvent importées (d'Afrique ou d'Asie) qui résistent moins bien aux contraintes biotiques et abiotiques et qui sont sous le joug de la pâture.

➤ On peut définir **l'état des prairies** par deux critères : le salissement et la dégradation :

Le **salissement** est caractérisé par le nombre d'espèces différentes d'adventices, il indique la flore¹ adventice d'une prairie (c'est-à-dire l'énumération de toutes les espèces adventices qui y croissent). Ainsi les adventices rares (en très faible nombre) et les adventices communs sont mis sur le même plan.

La **dégradation** se rapporte à la végétation² et correspond donc à la proportion des adventices dans le tapis végétal de la prairie (Daget et Poissonet, 1971).

Ces deux notions, bien que se rapportant aux espèces adventices d'une prairie, peuvent exprimer des états très différents : en effet une prairie avec un grand cortège d'espèces adventices mais représentées chacune par un seul individu (somme des contributions faible) sera une prairie sale mais non dégradée. A l'inverse si une seule espèce adventice est présente en très grand nombre (proportion élevée), la prairie sera propre mais dégradée. (Daget et Poissonet, 1971).

Lorsqu'il y a envahissement, le potentiel fourrager est nettement diminué et les coûts d'entretien et d'installation sont très onéreux :

- installation d'un ha de prairie artificielle : 10-12.000 F
- reprise d'un ha : 4.000 F (or la marge brute par ha est de l'ordre de 4.000 F).

Le contrôle de certains adventices indésirables est devenu très rapidement une préoccupation majeure.

▫ Les moyens de lutte

Le contrôle du développement des mauvaises herbes ne peut se concevoir qu'à travers une stratégie de **lutte intégrée**³.

Les **contrôles mécaniques** peuvent consister-en :

- un **labour** en saison sèche selon le potentiel fourrager de la prairie, afin d'éliminer les organes aériens, de détruire les racines, rhizomes et stolons puis semer en saison des pluies ceci pour installer ou remettre en état une prairie (déconseillé si le potentiel fourrager est nul à cause du seed-bank⁴) ;

¹ « La flore d'un lieu est la liste des espèces observées en ce lieu » (Daget et Godron, 1995).

² « La végétation pondère les espèces de la flore par leur importance dans la constitution du tapis végétal. » (Daget et Godron, 1995).

³ Lutte intégrée = « Application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturelles ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous de seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptable (directive 91/414/CEE) » (ACTA, 1995)

⁴ Banque de semences (présentes dans le sol).

- un passage du cover-crop (griffage) pour aérer les horizons de surface d'une compacité apparente élevée (car les horizons compactés favorisent le développement des adventices au système racinaire souvent vigoureux) (Cabidoche, 1984) ;
- le gyrobroyage et/ou rotobroyage de certaines espèces annuelles avec toutefois le risque de dispersion des semences si elles sont à maturité ;
- une coupe manuelle des touffes de refus après le passage du bétail et/ou la fauche.

Le **désherbage chimique** doit s'effectuer en complément des autres méthodes avec une utilisation d'herbicides à des doses précises en fonction de chaque espèce, de leur stade phénologique, des conditions climatiques pré et post-traitement (lutte raisonnée¹). Les matières actives préconisées sont le piclorame (utilisation maintenant généralisée, mais peut être de manière excessive car il est parfois utilisé alors qu'il n'y a aucun potentiel fourrager) et le 2,4-D : herbicides systémiques et sélectifs des graminées ainsi que le glyphosate : herbicide systémique non sélectif (produits onéreux).

Un itinéraire technique de lutte intégrée peut se présenter ainsi : sur une prairie implantée en *B. decumbens*, passage des disques et repiquage de *B. humidicola*, et suite à la levée des adventices, désherbage chimique à la rampe.

Pour le traitement des Cypéracées, on peut appliquer du diuron mais le plus souvent les recommandations sont : l'amélioration du réseau de drainage des parcelles, l'implantation de graminées adaptées aux zones hydromorphes et plus compétitives vis-à-vis des adventices (comme *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria mutica* cv Tanner, *Ischaemum indicum*, *Ischaemum timorense*) (Béreau, 1995) et de façon plus générale une bonne adéquation charge en bétail / potentiel de production des prairies (Vivier *et al.*, 1984). Des rotobroyages fréquents peuvent augmenter leur présence (augmentation du tallage par les coupes). De toute façon, dans le discours social et chez les éleveurs confirmés, leur présence n'est pas inquiétante. D'après eux, leur « explosion » s'observe les premières années, parfois selon la saison mais elles disparaissent ensuite surtout lorsque les temps de repousse sont suffisamment importants pour leur créer de l'ombrage.

Une fois les prairies installées, ces techniques d'entretien varient selon les modes d'exploitation des pâturages qui sont très diversifiés.

1.4.2.2 Les modes d'exploitation des pâturages

• La rotation

Le mode d'exploitation des surfaces en rotation était préconisé par les maîtres d'œuvre du Plan vert (1976-1984). Les séjours des animaux ne devaient pas dépasser 8-9 jours (rythme rapide accéléré en saison des pluies pour éviter les tassements) et les temps de repos conseillés étaient de 30 à 50 jours (le plus long en saison sèche) (Vivier *et al.*, 1995). Cependant ce type de rotation nécessitait de petites parcelles (coût élevé en raison des clôtures (13F/m linéaire)) et une bonne disponibilité en main d'œuvre pour déplacer les troupeaux ce qui était peu en accord avec les problèmes de trésorerie des exploitations.

Ainsi le système s'est tourné vers des parcelles plus grandes avec des temps de passage plus longs afin d'« assurer une valorisation intégrale du potentiel des parcelles » (Barbier *et al.*, 1985) : compromis entre les coûts du système et la valeur du pâturage. La durée des passages doit être plus rapide en saison des pluies qu'en saison sèche à cause du tassement du sol et du piétinement de la végétation.

¹ Lutte raisonnée = « Emploi rationnel de produits agropharmaceutiques, se définissant notamment par le choix des produits, de la dose, de l'époque d'application et des techniques à mettre en œuvre » (ACTA, 1995).

Tout un panel de systèmes dans les rotations est observable : rotations simplifiées ou élaborées, parfois le rythme de rotation est de trois mois (un mois de séjour, deux mois de repousse) sur de très grandes parcelles avec des chargements adaptés (la fréquence des espèces fourragères est alors très satisfaisante) ou bien le rythme est très rapide. Certains ne font même aucune rotation et d'après les résultats de l'an passé, ce système est alors souvent associé à aucune fertilisation et les parcelles se dégradent très rapidement (Huguenin, 1997).

• Le chargement

Lors du Plan vert, où « *l'intensification de la production de viande devait avant tout être recherchée par une augmentation de la charge à l'ha* » (Arnaud, Nobile *et al.*, 1976), des chargements très élevés étaient conseillés à savoir : 3.7 à 5 têtes par ha, (chargement global de 1200 kg de poids vif (PV) par ha) pour avoir une production de 400 kg de poids vif par ha par an. Ce mode d'exploitation nécessitait un niveau élevé d'apports en intrants alors que les facteurs limitants étaient plus d'un ordre économique que des problèmes de limitation dans l'espace. Les nouvelles orientations ont donc été dans le sens d'une diminution du chargement (de 30 à 50%). Ceci signifie une sollicitation moyenne du potentiel des parcelles avec une fertilisation modérée, ce qui semble un bon compromis entre contraintes économiques et maintien des prairies. En 1990 la production de viande était de 80 à 112 kg par ha avec un chargement de 2.6 têtes par ha (Letenneur et Matheron, 1991). Le **chargement global** moyen est de 700 à 800 kg de PV par ha.

L'évolution du couvert herbacé fourrager est fonction non seulement de ce chargement global mais aussi de ses variations saisonnières¹ et de la **charge instantanée** (poids vif / surface de la parcelle pâturée), elle n'inclut pas la durée. Pour celle-ci il n'y a pas de recommandations précises sachant qu'il faut pallier les besoins d'exploitation de la prairie : une forte charge instantanée (7500 kg PV.ha⁻¹) permet une bonne utilisation de l'herbe (faible sélectivité du troupeau) mais, sur une longue durée, les risques de tassement et piétinement sont augmentés ; pour la pérennisation de la prairie une charge instantanée moyenne semble plus favorable mais dans la pratique il faut trouver un compromis. Dans les élevages, un grand éventail dans la gestion du chargement est constaté.

Conclusion :

Lors du "Plan vert" et de la création en grand nombre de prairies une constatation a été faite : quelques mois après l'implantation des espèces fourragères, les prairies se sont dégradées et, souvent, le seul recours était la réimplantation. « *En règle générale, la disparition de l'espèce cultivée intervient rapidement ; 12-18 mois après la création des prairies, les Cypéracées, Sensitives [...] envahissent plus de 50 % des parcelles à un point tel qu'il faut envisager une replantation* » (Vivier et Coppry, 1984).

Les pratiques depuis les années 70 ont bien sûr évolué mais seulement 1/3 des prairies était considéré comme sain en 1996 (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996). Cet état de fait entraîne des coûts importants pour maintenir un couvert fourrager de qualité et fragilise l'élevage. Ainsi il semble primordial de connaître les facteurs et de comprendre les mécanismes qui favorisent la pérennisation des prairies installées.

De plus, il existe une demande de la part de la profession qui s'est exprimée lors de l'élaboration des derniers programmes sectoriels² où notamment les éleveurs du SEBOG avaient inscrit, parmi les actions prioritaires, la reprise et la restauration de leurs prairies³.

¹ Ce chargement doit varier selon les saisons : plus modéré en saison sèche qu'en saison des pluies où la production fourragère est plus élevée.

² Le programme sectoriel est un document initié par l'ODEADOM rédigé par les acteurs d'une filière qui se doivent de définir leurs politiques et projets pour 3 ou 4 ans.

³ « *La qualité des fourrages proposés au cheptel conditionne l'ensemble des performances de l'élevage, le SEBOG souhaite qu'un organisme spécialisé dans les systèmes fourragers tropicaux réalise un diagnostic fourrager [...] pour proposer un certain nombre d'actions prioritaires* » (Avenant du programme sectoriel filière bovine guyanaise, proposition du SEBOG, 1994).

2 PROBLEMATIQUE, FINALITE, ET METHODOLOGIE DE CETTE ETUDE

Les nouvelles orientations du travail de l'année 1998 ont été déterminées au regard des résultats de l'étude de 1997 où la question principale était de savoir ce qui pèse le plus entre les facteurs du milieu et les facteurs des pratiques. Cela nous a permis de resserrer le cadre des investigations et ainsi de renforcer et vérifier certaines hypothèses, d'affiner certains paramètres.

D'après ces résultats (influence prépondérante des facteurs liés aux pratiques), notre hypothèse de travail est la suivante : les modes d'exploitation sont les facteurs primordiaux et l'objectif est d'essayer de mieux comprendre les mécanismes, de distinguer l'ensemble des pratiques d'exploitation permettant de garder les prairies saines, et de tendre ainsi vers un système de gestion qui pérennise les prairies implantées.

2.1 Résultats de l'étude réalisée en 1997¹

Deux types de facteurs ont été étudiés :

- les facteurs liés au milieu tels que l'origine des terrains (savane ou forêt), la topographie, la nature du sol avec ses propriétés physico-chimiques...
- les facteurs liés aux pratiques concernant l'implantation des prairies (telles que le choix de la principale espèce fourragère implantée), leur entretien (fertilisation, désherbage...) et leur exploitation (nombre de parcelles dans l'îlot de pâturage, chargement...).

Pour identifier les facteurs prédominants (milieu et pratiques des éleveurs) qui sont liés à la dégradation ou au maintien des prairies implantées, 80 parcelles ont été comparées en 1997. Cette étude s'est basée sur une analyse systémique synchronique et une approche qui relevait de l'agro-écologie. Les sites d'études se situaient dans 11 élevages. Trois catégories de variables ont fait l'objet de traitement (après observations et enregistrements) : celles liées au milieu, celles liées aux pratiques des éleveurs (variables explicatives) et enfin des variables caractérisant l'état du couvert herbacé (variables à expliquer). Parmi ces variables des outils d'aide à la gestion ont pu être confirmés (pH et C.N⁻¹). L'ensemble de ces informations a été traité par analyses multivariées descriptives afin d'identifier des variables fortement liées à la dégradation des prairies.

Les principales conclusions de cette étude préalable sont les suivantes :

- Ce sont les ensembles de pratiques ou modes de gestion, et non pas le milieu, qui favorisent soit le processus de dégradation (notamment le pâturage permanent avec un sous-chargement) soit le maintien du couvert herbacé fourrager (qui est lié au choix des espèces et d'associations implantées, au respect d'un délai d'au moins 6 mois entre l'installation d'une prairie et sa première mise en pâture, à l'apport d'amendement phosphorique, à des rotations régulières, à des niveaux de chargement > à 800 kg.ha⁻¹).
- Les sols considérés auparavant comme impropres à toute mise en valeur agricole, tels que les podzols de savane, se révèlent être des terrains où l'état des prairies peut être considéré comme bon, consécutivement à certaines pratiques d'élevage (la mise en prairie se traduit par : une augmentation du pH, une diminution de la toxicité aluminique, une meilleure activité biologique

¹ "Incidences des pratiques agricoles et des caractéristiques du milieu sur l'état des prairies guyanaises - Facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du couvert herbacé fourrager implanté". J.Huguenin, 1997.



Photo 2.1 : *Prairie sale et dégradée* (exploitation D, février 1998).

Ils pourront ainsi identifier avec les techniciens de leur groupement quelles sont :

⇒ les améliorations qu'ils peuvent réaliser en matière d'allotement de leurs troupeaux, d'organisation de leur parcellaire,

⇒ les contraintes qui semblent les empêcher d'améliorer :

- leur mode de gestion des rotations,
- les niveaux de chargements,
- les entretiens minimums à apporter à leurs prairies,

afin de faire évoluer leurs pâturages vers un système fourrager durable et économique.

2.4 Stratégies et méthodologie d'étude

L'identification de pratiques (ou de combinaisons de pratiques) aptes à pérenniser les prairies découle du traitement et de l'interprétation des liaisons entre le type d'exploitation et l'état du couvert herbacé. En conséquence, nous avons croisé des informations spécifiques en matière de gestion de l'exploitation des prairies avec leurs états de dégradation et de salissement.

Les observations sont réalisées en milieu réel en effet « *les situations agricoles réelles s'affirment comme des lieux de recherche indispensables, aussi féconds que les stations expérimentales* » (Landais et Deffontaines, 1990).

2.4.1 Zonage des élevages étudiés

Il faut préciser que les prairies étudiées ici sont toutes déjà implantées (aucune n'est en phase d'installation). Elles sont considérées comme des « *agro-écosystèmes* » c'est-à-dire des systèmes écologiques prairiaux (Granger et Balent, 1994) pilotés par les pratiques agronomiques des éleveurs.

Les élevages étudiés sont situés dans trois zones du littoral : un dans la région de Montsinéry, un entre Macouria et Kourou et deux près de Sinnamary (cf Annexe 1). Le choix de ces élevages résulte de l'analyse de l'étude précédente : ils pratiquent tous des rotations et des allotements, mais avec des rythmes de rotation, des modes allotements, des tailles moyennes de parcelles et des niveaux de chargements différents. De plus, ils sont tous de grande taille et ont un rôle conséquent dans la production de la filière bovine (en termes de part de l'élevage dans la production de viande (kg de poids carcasse)) (Tab. 2.1).

Tableau 2.1 : Quelques critères de caractérisation des exploitations retenues.

	Exploitation A	Exploitation B	Exploitation C	Exploitation D
STH en ha	157	95	147	167
Nombre de parcelles	30	12	25	43
Nombre total de têtes	489	92	187	474
Nombre de femelles reproductrices	137	17	36	178
Part de l'élevage dans la production de viande* (kg de poids carcasse)	13.5 %	3 %	9 %	9 %

* entre juillet 97 et avril 98

mai 1998

Parcelles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2	T11 p'tgé: 61 têtes: 16.511 kg																	61t 17.445kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3 - 5																						74t 20.802kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	T5 gb : 11 têtes : 4.549 kg																	gb : 9 têtes 3.787 kg					gb: 6 têtes: 2.610kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7																2 ch : 650 kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Figure 2.1 : Exemple de suivi de rotations et allotements.

Les informations nécessaires aux analyses, traitements et interprétations ont été obtenues par :

2.4.2 Des suivis réguliers des pratiques d'exploitation

↳ Les **suivis réguliers** (hebdomadaires) dans ces élevages ont pour but :

► l'enregistrement des rotations. Pour chaque élevage, les mouvements des troupeaux dans les différentes parcelles sont relevés (exemple de suivi : Fig. 2.1) ; ce suivi se doit d'être hebdomadaire pour enregistrer les modifications d'allocation (des animaux) parfois nombreuses, d'autant plus qu'il existe rarement de trace écrite.

► l'enregistrement des allotements. Selon les élevages, le suivi est plus ou moins détaillé. L'identification (n° de travail, date de naissance, race...) de chaque bête est déterminée à partir des inventaires du SUAE (Service d'Utilité Agricole et d'Elevage). Avec la participation de certains éleveurs, la composition de chaque lot est connue de façon précise. Sinon on procède à un comptage des animaux présents dans les parcelles. Le poids des animaux provient soit d'une moyenne globale pour l'ensemble du troupeau, soit de pesées réalisées par l'éleveur. A partir de ces pesées, un GMQ (Gain Moyen Quotidien) est déterminé, celui-ci varie au cours de la croissance de l'animal (selon son stade de croissance) et il nous permet d'estimer le poids de chaque lot au cours de la période.

► l'enregistrement des mouvements d'animaux (achats, pensions, abattoir). Pour l'abattage, l'information peut être donnée directement par l'éleveur ou bien relevée à partir des fiches d'abattage du SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane) qui répertorie tous les animaux des éleveurs du groupement, abattus à Cayenne.

► l'enregistrement de l'évolution du parcellaire. Ceci prend en compte la création de nouvelles parcelles (agrandissement de l'exploitation ou clôtures déplacées).

↳ Ainsi nous avons retenu plusieurs **variables** qui nous semblaient représentatives des pratiques de gestion du troupeau :

→ la charge totale ou le chargement total d'une parcelle qui s'exprime en kg de poids vif par ha (kg PV.ha^{-1}). Il s'agit du nombre cumulé de kg de poids vif par jour (kg PV.j^{-1}) sur l'ensemble des périodes de pâturage, le tout divisé par le nombre total de jours de la période faisant l'objet du suivi (nombre de jours de pâturage ($\sum T_{p_i}$) + nombre de jours de repos ($\sum T_{r_i}$)).

→ le chargement instantané moyen pondéré d'une prairie qui s'exprime aussi en kg de poids vif par ha (kg PV.ha^{-1}). Il s'agit pour une parcelle du cumul du poids vif total des troupeaux par ha multiplié par le nombre de jour de présence (T_{p_i}), le tout divisé par le total de jour de pâture ($\sum T_{p_i}$).

Des histogrammes d'évolution de la charge instantanée (en kg PV.ha^{-1}) au cours du temps ont également été réalisés.

→ la moyenne des temps de repousses qui s'exprime en jours. Il s'agit, pour une parcelle, de la durée moyenne des temps de repos (Moyenne des T_{r_i}).

→ le taux d'occupation des parcelles par des animaux qui s'exprime en %. Il s'agit pour une parcelle du nombre de jours pendant lequel des animaux sont présents sur la parcelle (quel que soit leur nombre) divisé par le nombre total de jours de la période faisant l'objet du suivi (nombre

de jours de pâturage + nombre de jours de repos), le tout multiplié par 100. On le nommera dans l'analyse : **taux de pâturage**.

→ le nombre de passages par mois qui correspond au nombre de passage d'un troupeau dans une parcelle (nombre de fois où un troupeau est entré sur la parcelle) quelle que soit la durée de ce passage, divisé par le nombre de mois correspondant à la période de suivi.

2.4.3. Une campagne de relevés botaniques

Comme en 1997, cette campagne de mesures a été réalisée à la fin du mois de mai (ainsi que quelques relevés en juillet) dans l'ensemble des parcelles des élevages faisant l'objet des suivis indiqués ci-dessus. Cette période est un moment clé où, suite à la saison des pluies, tout le potentiel - adventice et fourrager - d'une prairie a pu s'exprimer. Cette campagne de relevés était destinée à l'obtention de toutes les données concernant l'état du couvert herbacé dans chaque parcelle, avec en particulier :

⇒ le degré de dégradation D : *« quotient de la somme de recouvrement de toutes les espèces adventices par la somme du recouvrement de toutes les espèces (adventices et semées) »* (Daget et Poissonet 1972). Par la méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonet (1971), il est possible d'obtenir les contributions spécifiques¹ des espèces constituant le couvert herbacé des prairies.

Sur chaque parcelle, les comptages ont été effectués sur une ou plusieurs lignes de 20 ou 50 mètres, ceci selon la topographie et la taille des parcelles afin d'avoir des stations homogènes. Sur chaque ligne 100 points ont été recensés grâce à la « méthode de la baïonnette » ou des points quadrats : une barre métallique est plantée verticalement dans le sol, à travers la végétation tous les 20 cm (pour une ligne de 20 m) ou tous les 50 cm (pour une ligne de 50 m), et la liste de toutes les espèces qui touchent la barre est établie. Ainsi nous obtenons des « *séries de cent courtes listes floristiques à partir desquelles sont évalués les recouvrements* » (Daget et Poissonet 1972).

Les niveaux de dégradation selon Daget et Poissonet, sur prairies permanentes en milieu tempéré, sont définis ainsi :

- $0 < D < 0.25$: prairies peu dégradées,
- $0.25 < D < 0.50$: prairies moyennement dégradées,
- $0.50 < D < 0.75$: prairies fortement dégradées,
- $D > 0.75$: prairies très fortement dégradées.

Ces degrés de dégradation permettent de hiérarchiser nos individus pour l'analyse statistique et pour la représentation cartographique, selon le contexte de notre étude, nous avons choisi la **classification** qui suit :

- $D < 0.12$: prairies non dégradées,
- $0.12 < D < 0.25$: prairies peu dégradées,
- $0.25 < D < 0.50$: prairies dégradées,
- $0.50 < D < 0.75$: prairies fortement dégradées,

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

¹ La fréquence spécifique (FS) est le nombre de points où cette espèce a été rencontrée. Or lors de l'inventaire d'une station, l'effectif total de l'échantillon est de 100 points, la valeur de FS peut donc être considérée comme un pourcentage. La contribution spécifique est le rapport de la FS de l'espèce considérée à la somme des FS de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

[illegible]

Figure 2.2 : Exemple de fiche de relevé botanique.

⇒ le niveau de salissement S : par la méthode du relevé systématique de toutes les espèces adventices présentes il est possible de donner un niveau de salissement d'une prairie. Dans notre étude les notations de présence des adventices ont été faites autour de la ligne, sans délimitation d'une surface précise d'observation.

Cette qualification des prairies à l'aide de « notes » nous permet de hiérarchiser les différentes stations de notre étude :

Ci-contre un exemple de fiche est présenté (Fig. 2.2).

2.4.4 Des observations complémentaires

⇒ Ces informations complémentaires portent essentiellement sur l'origine de la prairie (savane ou terrains déforestés), la superficie, la topographie, la dynamique hydrique.

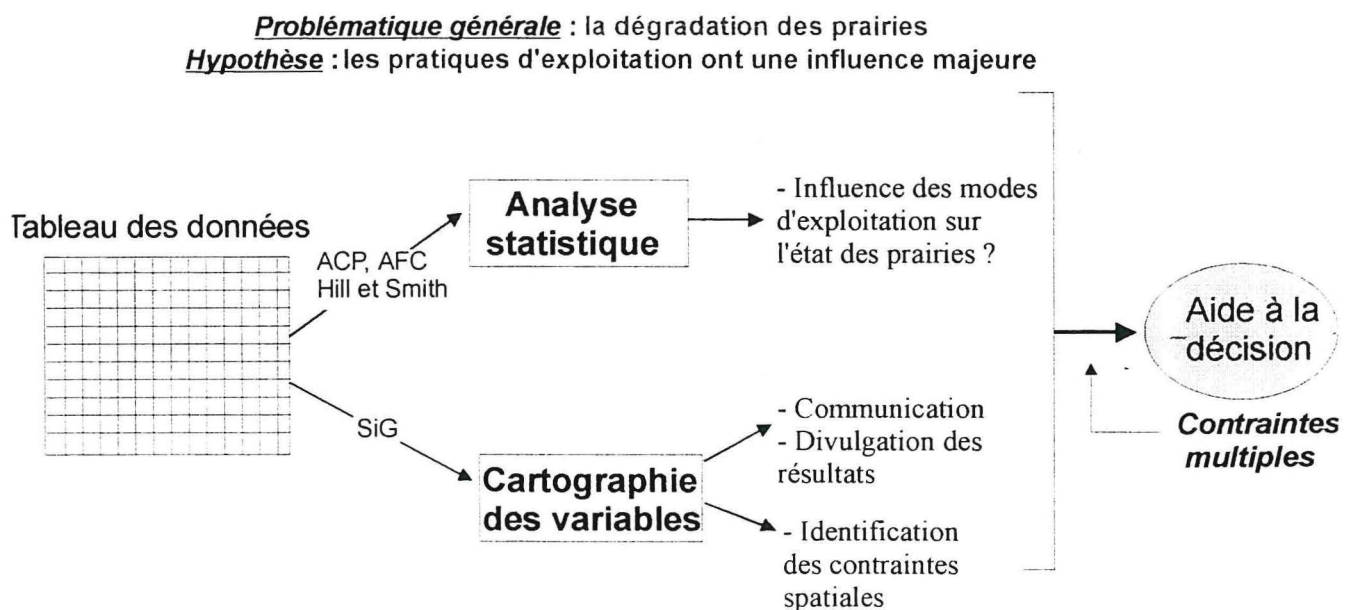
L'ensemble de ces variables a été recensé sur une centaine de parcelles réparties dans quatre exploitations. Au final, le traitement a été réalisé pour 135 individus correspondant chacun à une station sur une parcelle (il y a donc eu parfois plusieurs stations par parcelle).

2.4.5 Le traitement des données

L'unité élémentaire pour le traitement des données est la station qui correspond à une zone homogène en terme de recouvrement végétal et de conditions topohydrologiques.

Deux types de traitement ont été effectués : une première approche au travers d'une analyse statistique descriptive (analyse multivariée) et une analyse à l'aide de l'outil cartographique réalisée au laboratoire régional de télédétection de l'ORSTOM basé à Cayenne (Fig. 2.3). La représentation cartographique des données est un outil de communication privilégié auprès des acteurs de la filière.

Figure 2.3 : Le traitement des données et leurs objectifs



L'ensemble des informations a été traité par analyses multivariées descriptives afin d'identifier les modalités des variables fortement liées à la dégradation des prairies.

Nous présenterons d'abord les types d'analyse statistique qui ont été utilisés (ACP, AFC, analyse de Hill et Smith) et les variables retenues pour l'analyse finale. Puis les résultats globaux seront analysés et des « pistes » pour l'aide à la décision seront données.

3.1 Les outils statistiques utilisés

Pour les analyses descriptives, le logiciel utilisé est **ADE 4**. Ce dernier, adapté à l'analyse de problèmes écologiques, a été mis au point par des chercheurs¹ de l'université de Lyon1. La dernière modification date d'un an mais il est en constante évolution.

ADE 4 est librement accessible via Internet à l'adresse suivante : <http://biomserv.univ-lyon1.fr/ADE-4F.html>.

Pour certaines analyses statistiques classiques (matrice de corrélation entre variables, test du χ^2 d'indépendance des variables...), nous avons travaillé avec Stat View.

3.2 Statistique descriptive : quelques rappels

En statistique descriptive, les données se présentent sous forme d'un tableau où les colonnes représentent les variables et les lignes les individus.

Trois étapes doivent être réalisées pour l'analyse complète des données :

- l'étude univariée de chaque variable (histogramme, principales valeurs statistiques classiques), classification qui permet d'observer l'organisation des variables et de repérer les aberrations éventuelles ;
 - l'étude bivariée (relation des variables deux à deux : matrice de corrélation, tableau de contingence, test du χ^2 d'indépendance) pour supprimer les variables ayant le même comportement ;
 - l'étude multivariée au moyen de l'Analyse en Composante Principale (ACP), et de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour trouver les liens entre variables.
- Nous allons préciser ces dernières.

3.2.1 L'Analyse en Composantes Principales² (ACP).

Cette méthode statistique permet de présenter sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau de donnée et de créer une typologie sur la base des valeurs observées.

L'ACP doit être réalisée sur des variables quantitatives et on peut étudier les liaisons entre les variables seulement si la représentation graphique choisie est une représentation isométrique colonne. Or, dans le logiciel ADE 4, la représentation choisie est la représentation "à la hollandaise" donc, normalement, seule l'étude variables / individus reste pertinente. Cependant, ayant conscience de l'erreur commise, nous étudierons quand même les corrélations entre les variables et regrouperons les individus (Plagnet, 1998).

3.2.1.1 Préparation des données

Il faut d'abord tracer les nuages de points pour voir s'il y a lieu de transformer les variables pour rendre leur liaison deux à deux linéaire. En effet, l'ACP ne décrit que ce type de fonction entre les variables.

¹ J. Thioulouse, D. Chessel, S. Doledec, J.M. Olivier.

² Référence bibliographique : documentation ADE 4.

Ensuite, il faut centrer le tableau et, si besoin est, le réduire sachant que si les variables sont réduites (on les divise par leur écart-type respectif), elles auront toutes la même influence dans l'analyse. Il ne faut donc réduire les variables que si elles sont de nature différente ou si l'analyse ne doit pas dépendre de leur variabilité.

3.2.1.2 Recherche des plans factoriels

Si le tableau de données contient r variables quantitatives, les individus peuvent être représentés dans un « espace à r dimensions ». Le but est donc trouver des « espaces de dimensions plus petites » pour observer « au mieux » les individus : les cas les plus fréquents retenus étant des espaces à 2 dimensions (des plans). Les r variables quantitatives initiales (plus ou moins corrélées entre elles) sont alors transformées en r nouvelles variables quantitatives, non corrélées, appelées composantes principales (Philippeau, 1986)¹.

Pour observer les individus, il faut construire les plans factoriels à partir des composantes principales les plus intéressantes. Pour cela il faut examiner l'histogramme des valeurs propres et le pourcentage d'inertie expliqué par chaque axe. Le plan engendré par les axes 1 et 2 contient le maximum d'information (par construction et définition), c'est le « plan principal », il sera toujours examiné.

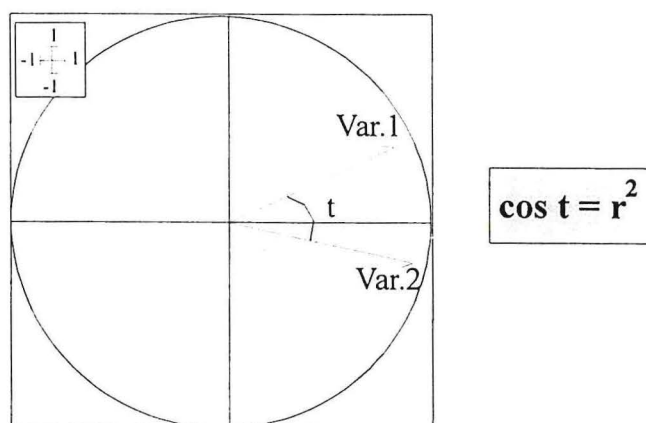
3.2.1.3 Représentation des approximations

Le nuage des variables et le nuage des individus sont alors représentés.

Lorsque les variables sont réduites, leur longueur dans l'espace est égale à 1. Il est alors intéressant de tracer le cercle unité ou « cercle des corrélations » (Philippeau, 1986). Si la variable est bien représentée dans le plan, sa longueur sera très proche de 1 et donc le vecteur la représentant sera très proche du cercle.

Interprétation du nuage des variables initiales : comment se structurent les variables sur les plans factoriels ? Le cosinus de l'angle formé par deux variables (Var.1 et Var.2) représente le coefficient de corrélation (r^2). Si deux variables forment un angle droit, elles sont indépendantes. Si leurs vecteurs suivent une même direction dans le même sens, elles seront corrélées positivement. Si le sens est opposé, elles seront corrélées négativement.

Cependant il ne faut pas conclure trop rapidement, il est indispensable d'étudier les relations des variables sur tous les plans nécessaires. Deux variables très corrélées sur un plan peuvent l'être beaucoup moins sur un autre.



¹ Nous déduisons une matrice X . Dans cette partie, nous décomposons cette matrice X , de rang r , en valeurs singulières et déduisons de cette décomposition la meilleure approximation de X de rang k .

$$X = \sum_{s=1}^r \lambda_s u_s v_s$$

où λ_s est la racine carrée de la $s^{\text{ème}}$ valeur propre de X (ou valeur singulière)

u_s le facteur réduit (qui engendrera les axes de la représentation des variables)

v_s le vecteur réduit (qui engendrera les axes de la représentation des individus)

Pour choisir le rang k de l'approximation, la représentation de l'histogramme des valeurs propres est utile. En effet, la valeur propre s mesure l'inertie expliquée par le $s^{\text{ème}}$ axe.

Interprétation du nuage des individus : comment se répartissent les individus ? Si deux individus sont proches dans le plan, la distance les séparant sera faible, il est ainsi possible de les regrouper. Cependant il faut toujours regarder si chaque individu est bien représenté dans le plan considéré ou sur l'axe (valeur du cosinus de l'angle formé par cet individu et sa projection sur le plan ou l'axe). Il faudra ensuite interpréter le comportement de ces différents groupes par rapport aux variables.

3.2.2 L'Analyse Factorielle des Correspondances ¹(AFC).

Elle permet d'obtenir une typologie sur la base des distributions observées.

Ainsi l'**AFC**, en prenant en compte les distributions des variables, permet de mettre en évidence les individus « originaux » (dont la distribution est particulière) souvent peu mis en valeur par l'ACP, qui représente plus une moyenne. De plus, à l'issue de cette AFC, un ré-échantillonnage peut être réalisé (nouvel échantillon contenant plus d'individus ayant ces caractéristiques) puis une nouvelle ACP sur cet échantillon.

Avant de commencer l'analyse, il faut vérifier que le χ^2 (de la table de contingence pour les variables qualitatives) sera suffisamment élevé pour que la liaison entre les variables soit jugée significative.

Ensuite, de la même façon que dans une ACP, il faut représenter les nuages des lignes et des colonnes. Notons que dans une AFC les variables ne sont en général pas représentées par des flèches car nous n'étudions plus la corrélation entre elles (ce ne sont, en effet, que les différentes modalités d'une même variable initiale). Dans l'AFC, les lignes et les colonnes jouent le même rôle. L'AFC est une double ACP (une sur les lignes et une sur les colonnes) qui utilise une distance du χ^2 (Dervin, 1990).

Si l'ACP permet de travailler sur les quantités et sur les corrélations, l'AFC permet de travailler sur les distributions et les fréquences des variables. Les premiers axes sont "tirés" par des variables à la distribution originale c'est-à-dire qui ne sont présentes que dans quelques cas (pour quelques individus, leur fréquence est très élevée). Ces premiers axes ne sont pas très intéressants et, souvent, ne font que mettre en évidence des conclusions déjà faites. Les axes suivants, bien que n'expliquant qu'une faible part de variance, permettent d'analyser les liens entre les variables présentes de manière plus constante.

L'**AFCM** (Analyse Factorielle des Correspondances Multiples) est l'extension de l'AFC à un tableau contenant plus de deux variables qualitatives. L'AFCM est, pour les variables qualitatives, ce que l'ACP est pour les variables quantitatives.

3.2.3 Entre ACP et AFC : l'Analyse de Hill et Smith.

C'est une méthode d'analyse multivariée due à Hill et Smith (1976) qui permet de traiter simultanément des variables qualitatives et quantitatives.

L'analyse de Hill et Smith autorise le mélange d'une ACP normée et d'une AFCM.

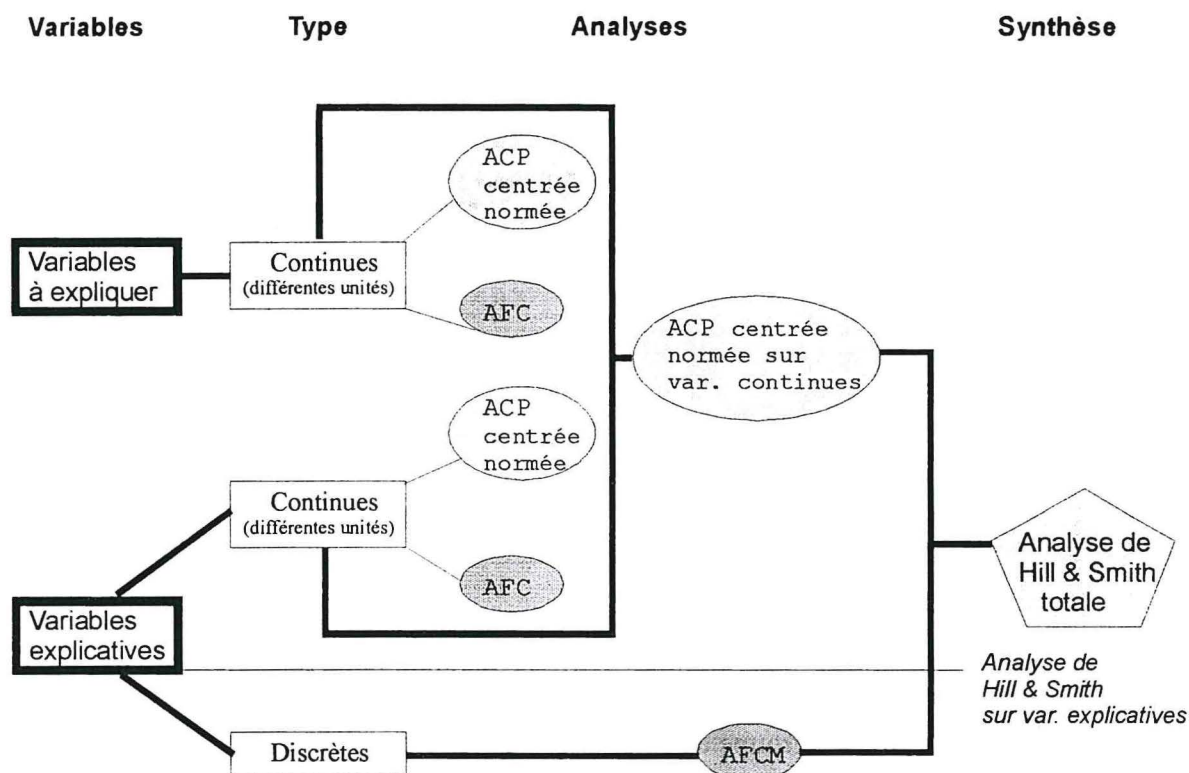
La théorie des cosinus carrés des angles donne à cette analyse des propriétés numériques efficaces. Les coordonnées des lignes en ACP normée maximisent la somme des carrés des corrélations entre variables. Les coordonnées des lignes en AFCM maximisent la moyenne des rapports de corrélation entre variables qualitatives. La présente analyse réunit ces deux propriétés et maximise la moyenne, sur l'ensemble des variables, des R^2 entre variables, ce R^2 étant un carré de corrélation pour les variables quantitatives et un rapport de corrélation pour les qualitatives. Cette moyenne sur l'ensemble des descripteurs vaut la valeur propre (Plagnet, 1998).

¹ Référence bibliographique : documentation ADE 4.

Graphiquement, les plans factoriels issus de cette analyse de Hill et Smith s'interprètent en termes de structure des variables, donc de distributions, comme une AFC ou une AFCM (Baran, 1998).

La nature, continue (quantitative) ou discrète (qualitative), des variables impose donc de recourir à des analyses différentes selon les cas. Ces dernières sont résumées dans la figure 3.1 ci-dessous.

Figure 3.1 : Les différentes étapes de l'analyse statistique multivariée (d'après Baran, 1998).



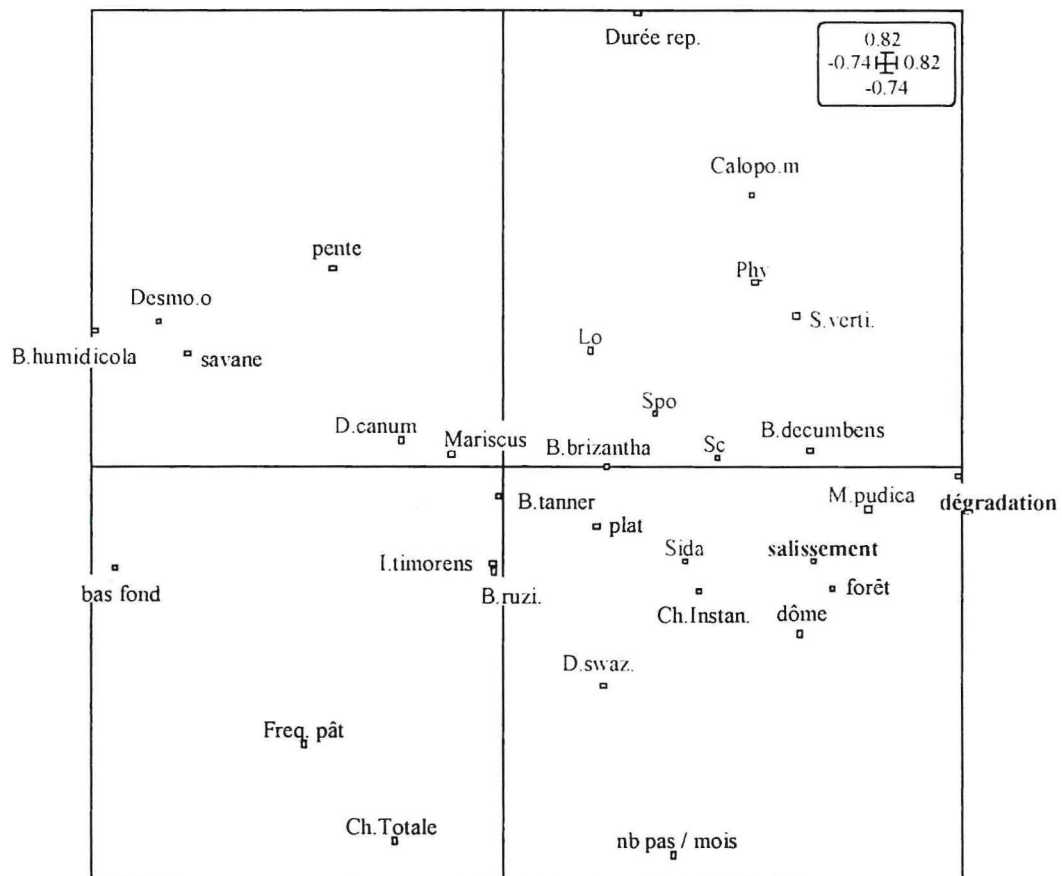
Avant toute analyse, il faut donc bien définir les variables et les choisir en fonction des objectifs visés.

3.3 Le choix des variables

3.3.1 Les variables explicatives

- Le milieu d'origine avec deux modalités : savane et forêt. Les sols issus de déforestation manuelle étaient considérés, dans les années 70-80, comme les plus favorables au maintien des prairies puis viendraient ceux issus de déforestation au bull et enfin les sols de savane. Nous avons décidé de garder cette variable mais d'après les résultats de 1997, elle n'aurait pas d'influence directe, nous pourrions le vérifier.

- Les variables de pratiques. Une première analyse avec les mêmes objectifs d'identification de règles de gestion pérennes des prairies implantées (Plagnet, 1998) a montré que la caractérisation des modes de gestion des prairies avec des variables résultant de moyennes pondérées ne permettait pas de mettre en avant les effets de ces pratiques sur l'évolution du



En noir, groupe des variables des pratiques explicatives
 En bleu groupe des variables d'origine et de topographie explicatives
 En rouge, groupe des variables adventices à expliquer
 En vert, groupe des variables fourragères à expliquer

Figure 3.2 :

Plan factoriel **F1-F2** de l'analyse de **Hill et Smith** à partir de toutes les variables : **variables de pratiques issues de moyennes pondérées** (Plagnet, 1998).

couvert herbacé. En effet les variations éventuelles en amplitude qui pourraient jouer un rôle sont alors « écrasées » (Fig. 3.2).

Les résultats obtenus ne nous ont pas permis de confirmer certaines hypothèses initiales, les variables des pratiques d'exploitation retenues ne permettant pas d'expliquer le niveau de dégradation des prairies. En revanche, l'importance du choix des espèces fourragères à l'implantation est très nettement mise en avant. Suite à ces résultats, soit des paramètres de l'hypothèse de base (élaborée en regard des résultats de l'année précédente) n'étaient pas valides, soit les variables retenues n'étaient pas assez représentatives des pratiques des éleveurs. En effet la plupart des variables choisies pour l'analyse correspondent à des moyennes (charge instantanée cumulée pondérée sur la période, moyenne des durées de repousse...) ce qui estompé toutes les amplitudes possibles. Par exemple, une valeur faible de charge instantanée moyenne peut correspondre à une seule période de pâture avec une charge instantanée forte. Or ce sont les perturbations, les fluctuations dans la gestion qui peuvent inverser les niveaux des contributions spécifiques.

De plus certaines variables, comme le nombre de passage par mois, peu représentatives d'un mode d'exploitation, n'apportaient pas d'information intéressante et ont été éliminées de l'analyse.

Ainsi il semblait fondamental de redéfinir les variables à retenir et surtout de trouver la meilleure façon de les exprimer qui mettrait en avant toutes les amplitudes de fonctionnement qui nous semblent influencer sur l'évolution du couvert herbacé. Quelles sont les variables capables d'exprimer le mode d'exploitation ?

Une **typologie** des différentes parcelles étudiées en terme de mode d'exploitation, peut fournir une variable qualitative mieux représentative du phénomène. Cette typologie a été élaborée en regard d'histogrammes des variations de charges instantanées en fonction du temps (ceci au cours de la saison : décembre 1997-date de relevé botanique) pour chaque parcelle.

Ainsi plusieurs types ont été retenus en fonction du niveau de charge et surtout de la répartition de ces charges au cours du temps intégrant alors, **en qualitatif**, des notions de rythmes de passage que l'on nommera rythme de rotation (car sous-entend l'intégration des parcelles dans un système de rotation), de niveaux de charges instantanées, et de temps de repousse.

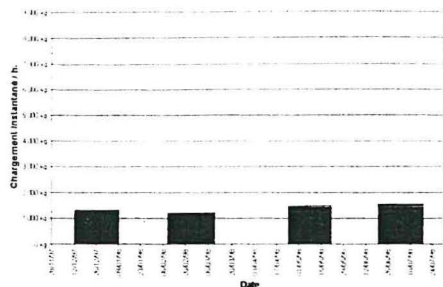
Nous avons réussi à regrouper la centaine de parcelles en neuf types, nombre qui nous a paru suffisant pour avoir un bon ratio individus / variables. Cependant une typologie plus fine pourrait être réalisée en scindant ces types en sous-groupes avec des caractéristiques plus précises. Des exemples de parcelles retenues pour chaque type sont présentés dans la figure 3.3. En annexe 2 se trouvent les regroupements de toutes les parcelles de l'étude au sein de cette typologie.

Ainsi nous avons comme variables explicatives pour l'analyse statistique :

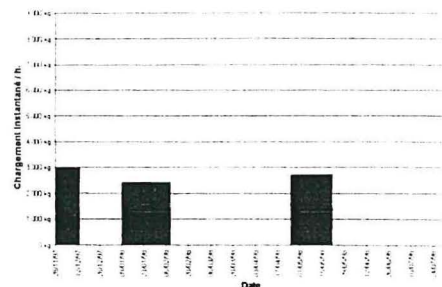
2 variables qualitatives : - Mode d'exploitation avec 9 modalités : *Mex_1* à *Mex_9*.
- milieu d'origine avec 2 modalités : *savane* et *forêt*.

2 variables quantitatives : - charge totale (en kg de PV / ha) : *Ch. Totale*. -
- Taux de pâturage (en %) : *Taux Pât*.

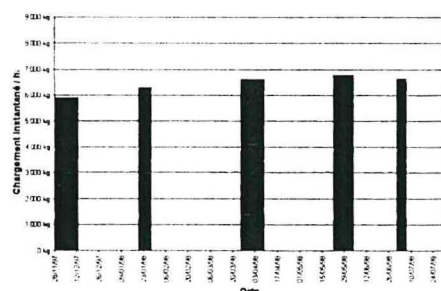
Au total l'analyse est réalisée avec **13 variables explicatives**.



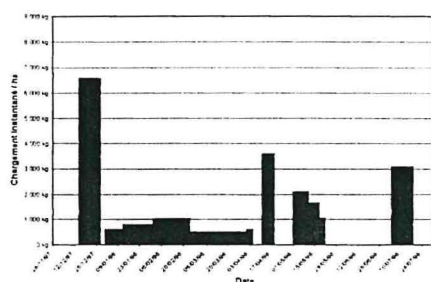
Type 1



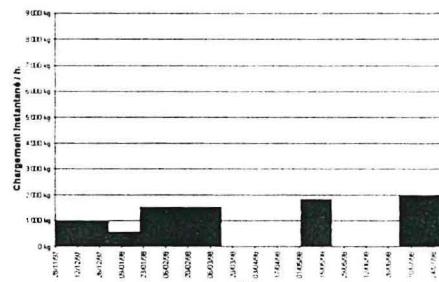
Type 2



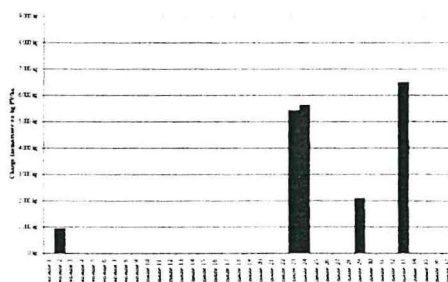
Type 3



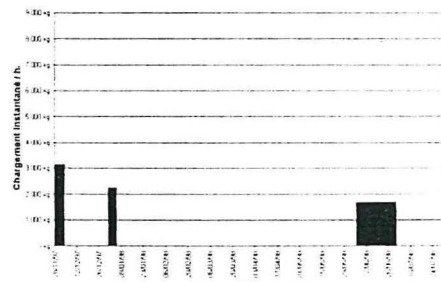
Type 4



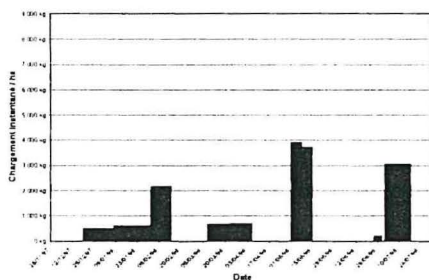
Type 5



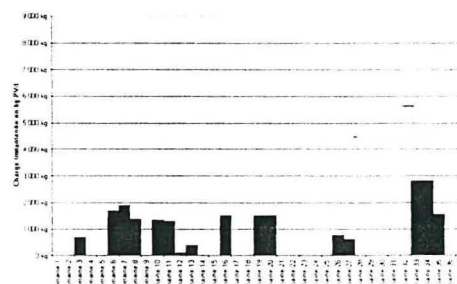
Type 6



Type 7



Type 8



Type 9

Figure 3.3 : Exemples de parcelles retenues pour chaque modalité de la typologie avec :

- en abscisse : les dates (séparation principale tous les 15 jours),
- en ordonnée : la charge instantanée en kg PV/ha (échelle jusqu'à 9000 kg, séparation tous les 1000 kg).

⇒ Résultats de la typologie : (Fig. 3.3)

- Type 1 (*Mex_1*) caractérisé par : un **pâturage avec des rotations régulières**
à charge instantanée inférieure à 2000 kgPV/ha et
un temps de passage des troupeaux moyen à long (>15j).
- Type 2 (*Mex_2*) caractérisé par : un **pâturage avec des rotations régulières**
à charge instantanée moyenne de 2000 à 4000 kgPV/ha et
un temps de passage des troupeaux moyen à long (>15j).
- Type 3 (*Mex_3*) caractérisé par : un **pâturage avec des rotations régulières**
à charge instantanée supérieure à 3000 kgPV/ha et
un temps de passage des troupeaux court.
- Type 4 (*Mex_4*) caractérisé par : un **pâturage pseudo-permanent**
avec de fortes amplitudes en charge instantanée et
un pâturage à rotations irrégulières.
- Type 5 (*Mex_5*) caractérisé par : un **pâturage pseudo-permanent**
avec un niveau de charge instantanée constant sur la
période variant de 0 à 3000 kgPV/ha selon les parcelles.
- Type 6 (*Mex_6*) caractérisé par : un **pâturage avec au moins une période de repousse très longue** et au moins un passage avec une forte charge instantanée (>à 5000 kgPV/ha).
- Type 7 (*Mex_7*) caractérisé par : un **pâturage avec au moins une période de repousse très longue** et une charge instantanée moyenne de 1000 à 4500 kgPV/ha.
- Type 8 (*Mex_8*) caractérisé par des **rythmes de rotations réguliers** propres à chaque parcelle
avec de fortes amplitudes en charge instantanée.
- Type 9 (*Mex_9*) caractérisé par des **irrégularités en terme de rotation et temps de passage**
avec des niveaux de charge instantanée variables mais
avec moins d'amplitudes que le type 8.

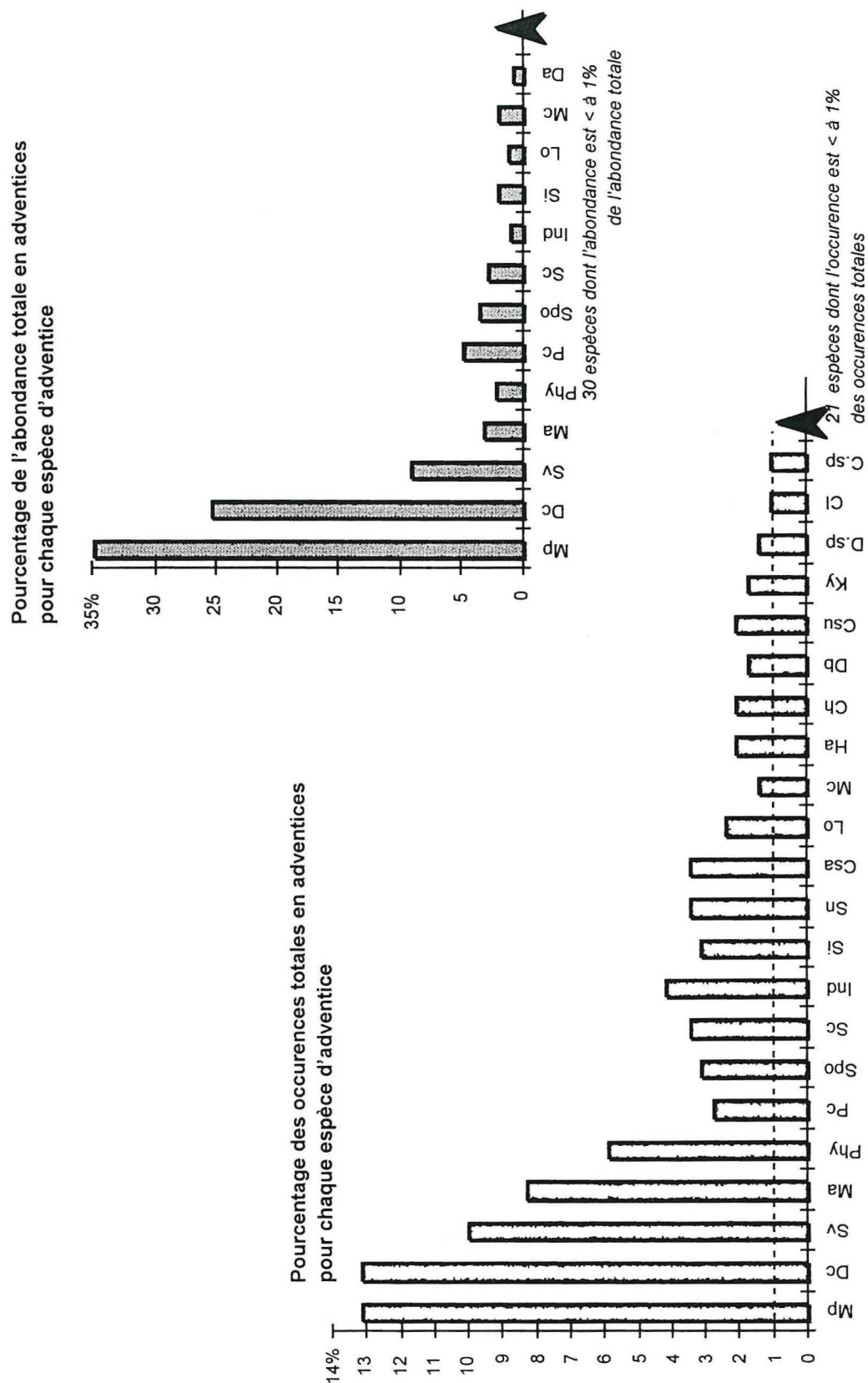


Figure 3.4 :

Pourcentage des occurrences totales et de l'abondance totale en adventices pour chaque espèce d'adventice.

Parmi les différents choix possibles, ici les espèces retenues sont celles à la fois les plus abondantes et les plus fréquentes.

Procédure :

- somme des abondances par espèce et calcul du pourcentage d'abondance spécifique par rapport au total des abondances
- conversion des données d'abondance en présences-absences (0/1)
- somme des occurrences et calcul du pourcentage d'occurrence par espèce par rapport au total des occurrences
- somme des % d'abondance et des % d'occurrence.

(Source, Baran, 1998).

3.3.2 Les variables à expliquer

3.3.2.1 Choix des variables botaniques

La base de données de 1998 initiale contient une soixantaine de variables botaniques c'est à dire de variables exprimant la contribution spécifique de 60 plantes différentes (graminées et légumineuses fourragères ainsi qu'adventices) présentes dans les prairies guyanaises (Annexe 3). Les espèces rares représentent une information fragmentaire non analysable (Frontier, 1983). Ainsi pour minimiser le nombre de variables, nous avons d'abord procédé à une élimination de certaines variables botaniques pour n'en retenir qu'une vingtaine; ceci par deux méthodes complémentaires :

- **ACP et AFC** de toutes les variables botaniques en regroupant dans un premier temps toutes les graminées et légumineuses fourragères et dans un deuxième temps, les adventices.

L'ACP, nous a permis de repérer les variables corrélées qui apporteraient une information redondante ; l'AFC met en avant les variables aux distributions originales c'est à dire des variables d'occurrence d'apparitions faibles mais qui sont présentes quand les autres variables sont absentes. Si ces variables ne sont représentatives que d'une seule station, elles ne sont pas conservées pour la suite de l'analyse.

- **Calcul du nombre d'apparition** (ou occurrence d'apparition) et de la **présence moyenne** ou abondance (somme des pourcentages de présence divisée par le nombre d'apparition). Ces résultats, ainsi que les appréciations de terrain, nous ont apporté d'autres critères de choix utiles (Fig.3.4).

Les résultats de ces premières analyses nous ont permis de retenir les variables suivantes :

Dans le groupe des graminées et légumineuses fourragères :

- *Brachiaria humidicola*
- *Brachiaria decumbens*
- *Digitaria swazilandensis*
- *Brachiaria brizantha*
- *Brachiaria tanner*
- *Brachiaria ruziziensis*
- *Ischaemum timorens*
- *Desmodium ovalifolium*
- *Calopogonium mucunoides*
- *Desmodium canum*

Dans le groupe des adventices :

- *Mimosa pudica*
- *Spermacoce verticillata*
- *Mariscus sp.*
- *Phyllanthus sp.*
- *Sporobolus sp.*
- *Senecioides cinerea*
- *Ludwiga octovalis*
- *Sida sp.*

Une analyse des variables retenues a ensuite été effectuée pour vérifier que ces variables ne sont pas redondantes et s'il n'est pas nécessaire d'éliminer des variables supplémentaires.

Tableau 3.1 : Pourcentage d'inertie (%Iner.) expliquée par chaque axe dans l'**ACP** des variables botaniques retenues (R. Sum. : % cumulé)

Num.	Eigenval.	%Iner.	R. Sum	Num.	Eigenval.	%Iner.	R. Sum
01	+3.0479E+00	+0.1693	+0.1693	02	+1.7506E+00	+0.0973	+0.2666
03	+1.6098E+00	+0.0894	+0.3560	04	+1.3383E+00	+0.0744	+0.4304
05	+1.1988E+00	+0.0666	+0.4970	06	+1.1590E+00	+0.0644	+0.5614
07	+1.1049E+00	+0.0614	+0.6227	08	+1.0733E+00	+0.0596	+0.6824
09	+9.5979E-01	+0.0533	+0.7357	10	+9.3905E-01	+0.0522	+0.7879
11	+8.7127E-01	+0.0484	+0.8363	12	+7.4640E-01	+0.0415	+0.8777
13	+6.2127E-01	+0.0345	+0.9122	14	+5.8679E-01	+0.0326	+0.9448
15	+3.8822E-01	+0.0216	+0.9664	16	+2.8986E-01	+0.0161	+0.9825
17	+2.7223E-01	+0.0151	+0.9976	18	+4.2485E-02	+0.0024	+1.0000

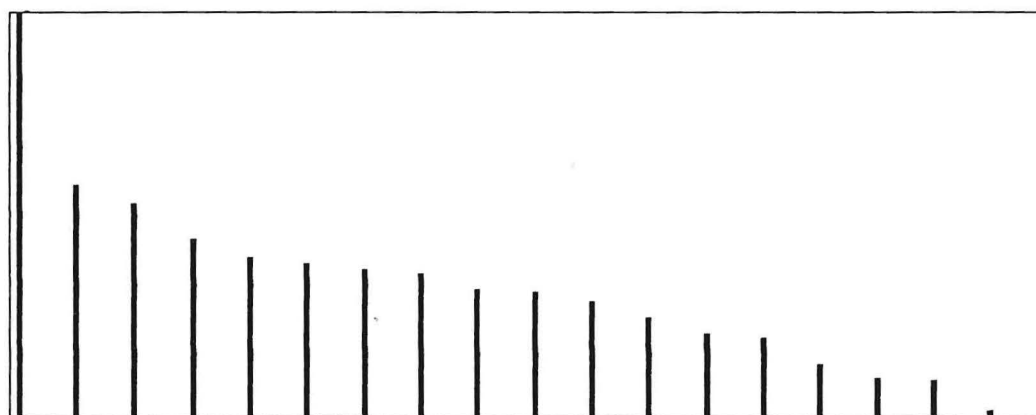


Figure 3.5 : Histogramme des valeurs propres de l'**ACP** des variables botaniques retenues

Tableau 3.2 : Pourcentage d'inertie expliquée par chaque axe dans l'**AFC** des variables botaniques retenues

Num.	Eigenval.	%Iner.	R. Sum	Num.	Eigenval.	%Iner.	R. Sum
01	+7.6634E-01	+0.1663	+0.1663	02	+6.4324E-01	+0.1396	+0.3059
03	+5.8235E-01	+0.1264	+0.4323	04	+5.2361E-01	+0.1136	+0.5459
05	+4.9744E-01	+0.1080	+0.6539	06	+2.6033E-01	+0.0565	+0.7104
07	+2.5388E-01	+0.0551	+0.7655	08	+2.2346E-01	+0.0485	+0.8140
09	+1.9414E-01	+0.0421	+0.8561	10	+1.6859E-01	+0.0366	+0.8927
11	+1.2075E-01	+0.0262	+0.9189	12	+1.1037E-01	+0.0240	+0.9429
13	+8.2405E-02	+0.0179	+0.9608	14	+7.0378E-02	+0.0153	+0.9760
15	+4.8297E-02	+0.0105	+0.9865	16	+3.3186E-02	+0.0072	+0.9937
17	+2.8896E-02	+0.0063	+1.0000	18	+0.0000E+00	+0.0000	+1.0000

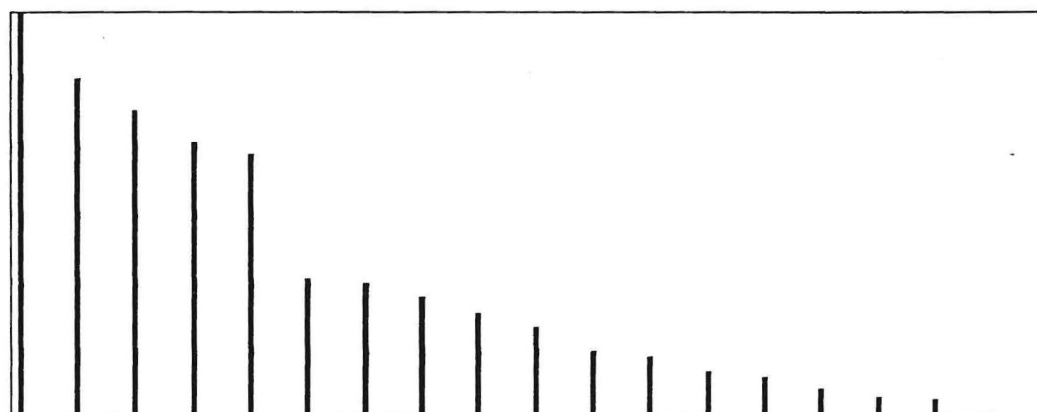
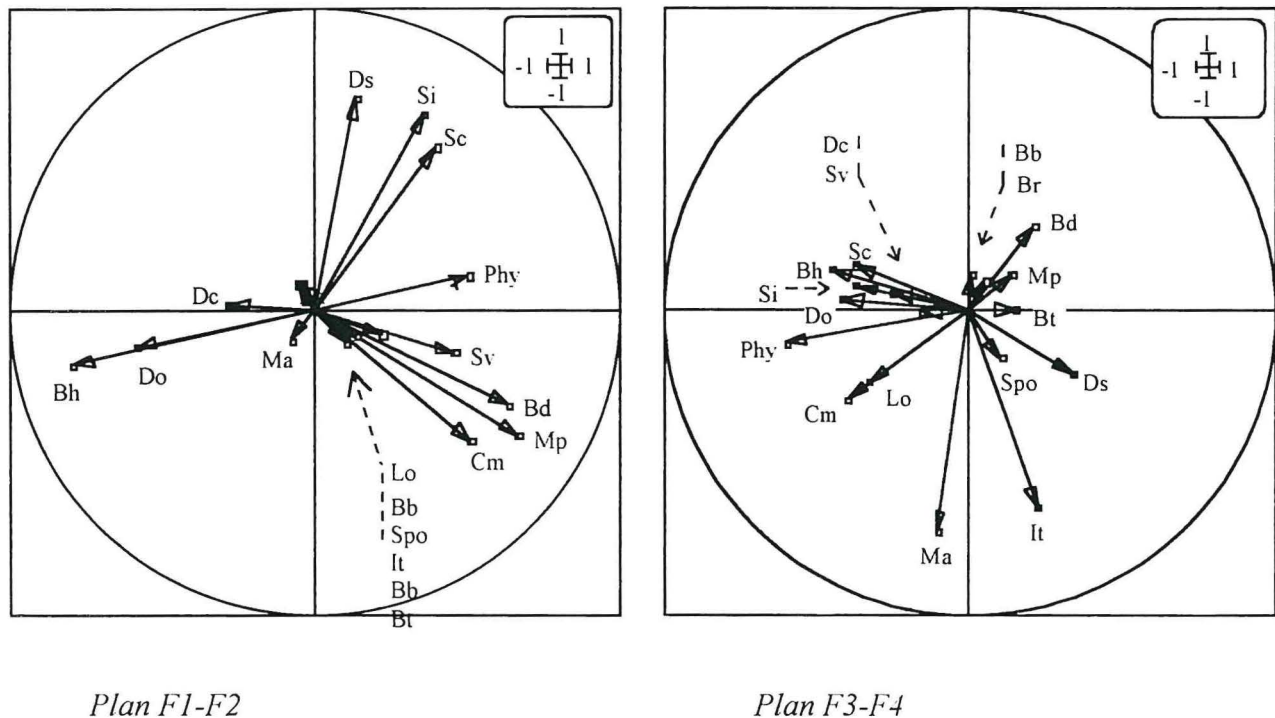


Figure 3.7 : Histogramme des valeurs propres de l'**AFC** des variables botaniques retenues

a – ACP

D'après le tableau 3.1 et la figure 3.5, nous avons fait l'analyse sur les plans factoriels F1-F2 et F3-F4 bien qu'ils ne résument que 43 % de l'inertie totale.



En bleu, groupe des adventices
En noir, groupe des graminées et légumineuses fourragères et plantes neutres

Figure 3.6 : Plans factoriels F1-F2 et F3-F4 des variables de l'ACP des variables botaniques retenues

D'après cette ACP (Fig. 3.6), trois groupes de variables semblent être corrélés sur les deux plans factoriels :

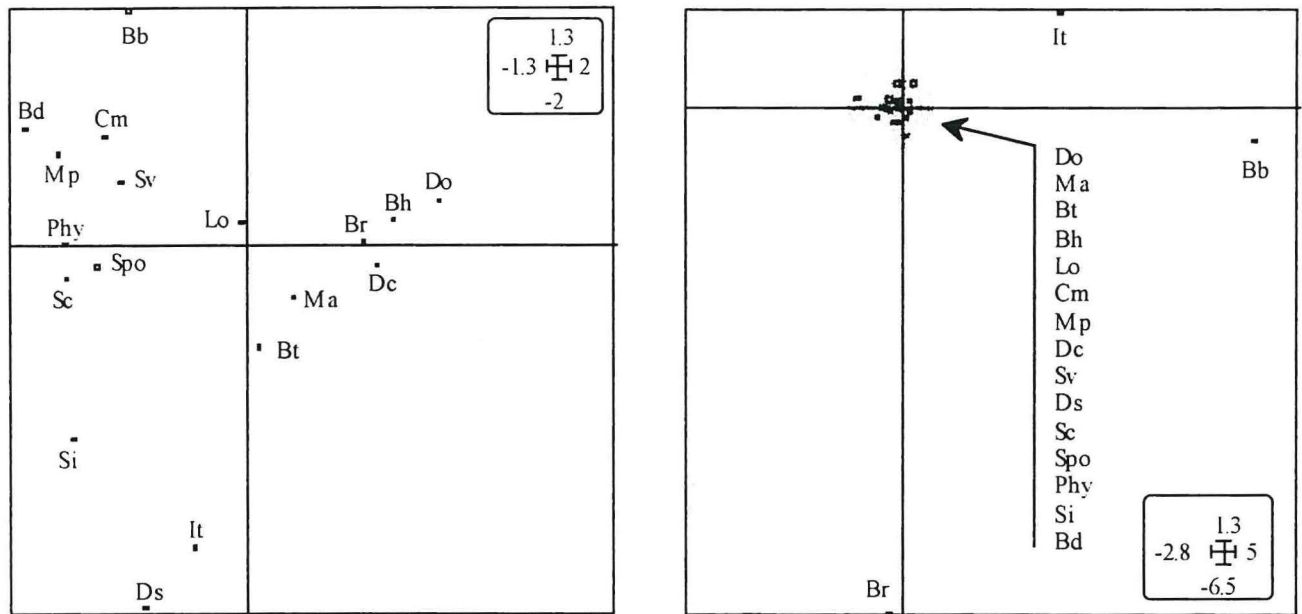
- Sc et Si mais leur coefficient de corrélation (r^2 de la matrice de corrélation (Annexe 4)) est inférieur à 0.60¹ (0.520), elles seront donc toutes deux conservées.
- Do et *B. humidicola* sont corrélées positivement sur les plans F1-F2 (où ces deux variables sont assez bien représentées) et F3-F4 mais leur r^2 n'est que de 0.511, l'information n'est donc pas redondante.
- *B. decumbens* et *M. pudica* semblent également liées sur les 2 plans mais avec un coefficient de corrélation de 0.518 qui ne nous permet pas d'en éliminer une.

L'ACP ne nous conduit pas à l'élimination de nouvelles variables. L'AFC nous permettra de mettre en avant les variables aux distributions originales.

¹ Nous avons choisi comme seuil de corrélation : $r^2 = 0.60$.

b – AFC

D'après le tableau 3.2 et la figure 3.7, nous avons fait l'analyse sur les plans factoriels F1-F2 et F3-F4 qui résument 54.6 % de l'inertie totale.



Plan F1-F2

Plan F3-F4

En bleu, groupe des adventices

En noir, groupe des graminées et légumineuses fourragères et plantes neutres

Figure 3.8 : Plans factoriels F1-F2 et F3-F4 des variables de l'AFC des variables botaniques retenues

Certaines variables se détachent. Ce sont les variables *D. swaz.*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis* et *I. timorens* (Fig. 3.8).

• Conclusion

Après avoir éliminé un grand nombre de variables botaniques, 18 variables ont été retenues dont 10 graminées ou légumineuses fourragères et 8 adventices. L'analyse de ces variables n'a mis en évidence aucune redondance de l'information. En effet, des liens existent entre certaines variables mais ils ne sont pas très forts. Toutes ces variables seront donc conservées.

3.3.2.2 Les autres variables à expliquer

Deux autres variables quantitatives sont à expliquer :

- le degré de dégradation (*dégradation*) qui résume la qualité des prairies
- le salissement qui représente le cortège floristique d'une parcelle.

Ces deux variables ne sont pas redondantes,

Un récapitulatif des variables choisies se trouve dans le tableau page suivante (Tab. 3.3).

TABLEAU 3.3 : RECAPITULATIF DES VARIABLES CHOISIES POUR L'ANALYSE

Nature	Code	Définition	Type de variable	
Variables explicatives	Mex_1	Mode d'exploitation de type 1	Qualitatives	
	Mex_2	Mode d'exploitation de type 2		
	Mex_3	Mode d'exploitation de type 3		
	Mex_4	Mode d'exploitation de type 4		
	Mex_5	Mode d'exploitation de type 5		
	Mex_6	Mode d'exploitation de type 6		
	Mex_7	Mode d'exploitation de type 7		
	Mex_8	Mode d'exploitation de type 8		
	Mex_9	Mode d'exploitation de type 9		
	Savane	Milieu d'origine		
	Forêt	Milieu d'origine		
	Ch. Totale	Charge totale	Quantitative	Kg PV.ha ⁻¹
	Taux pât.	Taux de pâturage	Quantitative	%
Variables à expliquer	dégradation	Proportion des adventices dans le tapis végétal de la prairie.		
	salissement	Nombre d'espèces différentes adventice		
	Bh	<i>Brachiaria humidicola</i>	Gram. fourr.	CS
	Bd	<i>Brachiaria decumbens</i>	Gram. fourr.	CS
	Ds	<i>Digitaria swazilandensis</i>	Gram. fourr.	CS
	Bb	<i>Brachiaria brizantha</i>	Gram. fourr.	CS
	Bt	<i>Brachiaria tanner</i>	Gram. fourr.	CS
	Br	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Gram. fourr.	CS
	It	<i>Ischaemum timorens</i>	Gram. fourr.	CS
	Do	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Lég. fourr.	CS
	Cm	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Lég. fourr.	CS
	Dc	<i>Desmodium canum</i>	Adv. neutre	CS
	Mp	<i>Mimosa pudica</i>	Adventice	CS
	Sv	<i>Spermacoce verticillata</i>	Adventice	CS
	Ma	<i>Mariscus sp.</i>	Adventice	CS
	Phy	<i>Phyllanthus sp.</i>	Adventice	CS
	Spo	<i>Sporobolus sp.</i>	Adventice	CS
	Sc	<i>Senecioides cinerea</i>	Adventice	CS
	Lo	<i>Ludwiga octovalis</i>	Adventice	CS
	Si	<i>Sida sp</i>	Adventice	CS

Gram. fourr. = Graminée fourragère
Adv. = Adventice

Lég. fourr. = Légumineuse fourragère
CS = Contribution spécifique

En gras : les variables utilisées dans l'analyse simplifiée.

(cf Annexe 3)

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Tableau 3.4 : Pourcentage d'inertie (%Iner.) expliquée par chaque axe (R.Sum. : % cumulé) dans l'analyse de Hill et Smith de l'ensemble des variables.

Num.	Eigenval.	%Iner.	R.Sum.	Num.	Eigenval.	%Iner.	R.Sum.
01	+1.9634E-01	+0.1520	+0.1520	02	+1.0503E-01	+0.0813	+0.2333
03	+9.8010E-02	+0.0759	+0.3092	04	+7.4180E-02	+0.0574	+0.3666
05	+6.4508E-02	+0.0499	+0.4166	06	+6.0828E-02	+0.0471	+0.4637
07	+6.0176E-02	+0.0466	+0.5103	08	+5.7938E-02	+0.0449	+0.5551
09	+5.2758E-02	+0.0408	+0.5960	10	+4.9323E-02	+0.0382	+0.6341
11	+4.4973E-02	+0.0348	+0.6690	12	+4.2634E-02	+0.0330	+0.7020
13	+4.2470E-02	+0.0329	+0.7348	14	+3.9209E-02	+0.0304	+0.7652
15	+3.7693E-02	+0.0292	+0.7944	16	+3.5173E-02	+0.0272	+0.8216
17	+3.2562E-02	+0.0252	+0.8468	18	+3.0793E-02	+0.0238	+0.8707
19	+2.6711E-02	+0.0207	+0.8913	20	+2.5146E-02	+0.0195	+0.9108
21	+2.0361E-02	+0.0158	+0.9266	22	+1.7369E-02	+0.0134	+0.9400
23	+1.5946E-02	+0.0123	+0.9524	24	+1.4026E-02	+0.0109	+0.9632
25	+1.2439E-02	+0.0096	+0.9729	26	+1.1408E-02	+0.0088	+0.9817
27	+9.7800E-03	+0.0076	+0.9893	28	+7.1492E-03	+0.0055	+0.9948
29	+4.6515E-03	+0.0036	+0.9984	30	+1.4084E-03	+0.0011	+0.9995
31	+6.6900E-04	+0.0005	+1.0000	32	+0.0000E+00	+0.0000	+1.0000
33	+0.0000E+00	+0.0000	+1.0000				

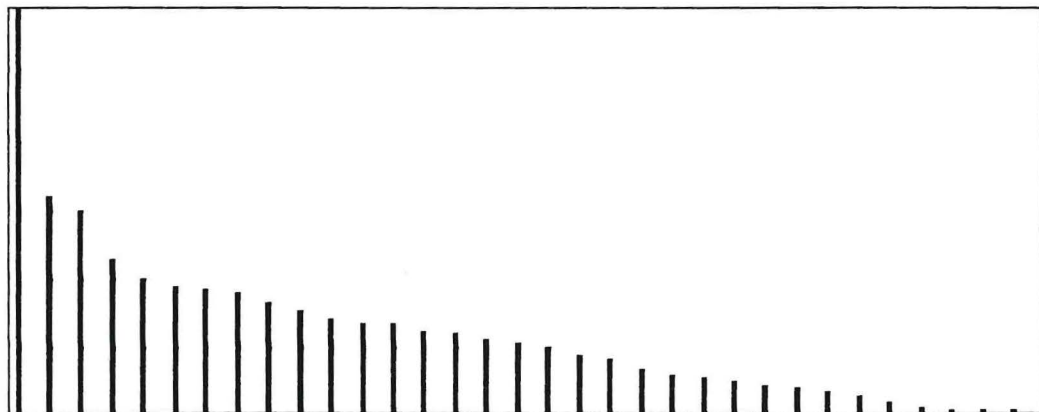


Figure 3.9 : Histogramme des valeurs propres de l'analyse de Hill et Smith de l'ensemble des variables.

3.4 Les résultats de l'analyse descriptive

Les analyses intermédiaires (ACP des variables quantitatives à expliquer (continues), AFCM des variables explicatives qualitatives (discrètes)) sont présentées en annexe 5 et seule l'analyse de synthèse (analyse de Hill et Smith) sera détaillée ici.

3.4.1 Analyse avec la totalité des variables et analyse simplifiée

Afin de tenter de dégager les incidences des modes de gestion des pâturages sur l'état du couvert herbacé fourrager et les interactions éventuelles, une analyse de Hill et Smith globale sur toutes les variables (Tab. 3.3) a été réalisée.

Certaines ACP et AFC préalables, utiles pour la suite de l'analyse, ont été réalisées mais seule l'analyse de Hill et Smith (analyse globale) est présentée ici.

Puis pour simplifier l'analyse, seules les variables à expliquer *degré de dégradation* et *degré de salissement* sont conservées pour résumer la qualité des prairies ainsi que les variables *B. humidicola*, *B. decumbens*, *D. swazilandensis* comme graminées fourragères. De plus les variables relatives à l'origine des prairies (*savane* ou *forêt*) ont été supprimées (car elles n'apportaient pas d'information supplémentaire).

Dans l'étude avec la totalité des variables, d'après l'histogramme des valeurs propres (Fig. 3.9), nous avons conservé les 4 premiers axes qui résument 37 % de l'information (Tab. 3.4).

3.4.1.1 L'opposition savane/forêt

Le milieu d'origine ne semble pas jouer de façon prioritaire sur l'état des prairies (comme cela a été constaté en 1997) ce qui conforte les conclusions de l'étude de 1997 (non influence de ces facteurs de milieu), mais il est susceptible d'amplifier le phénomène de dégradation.

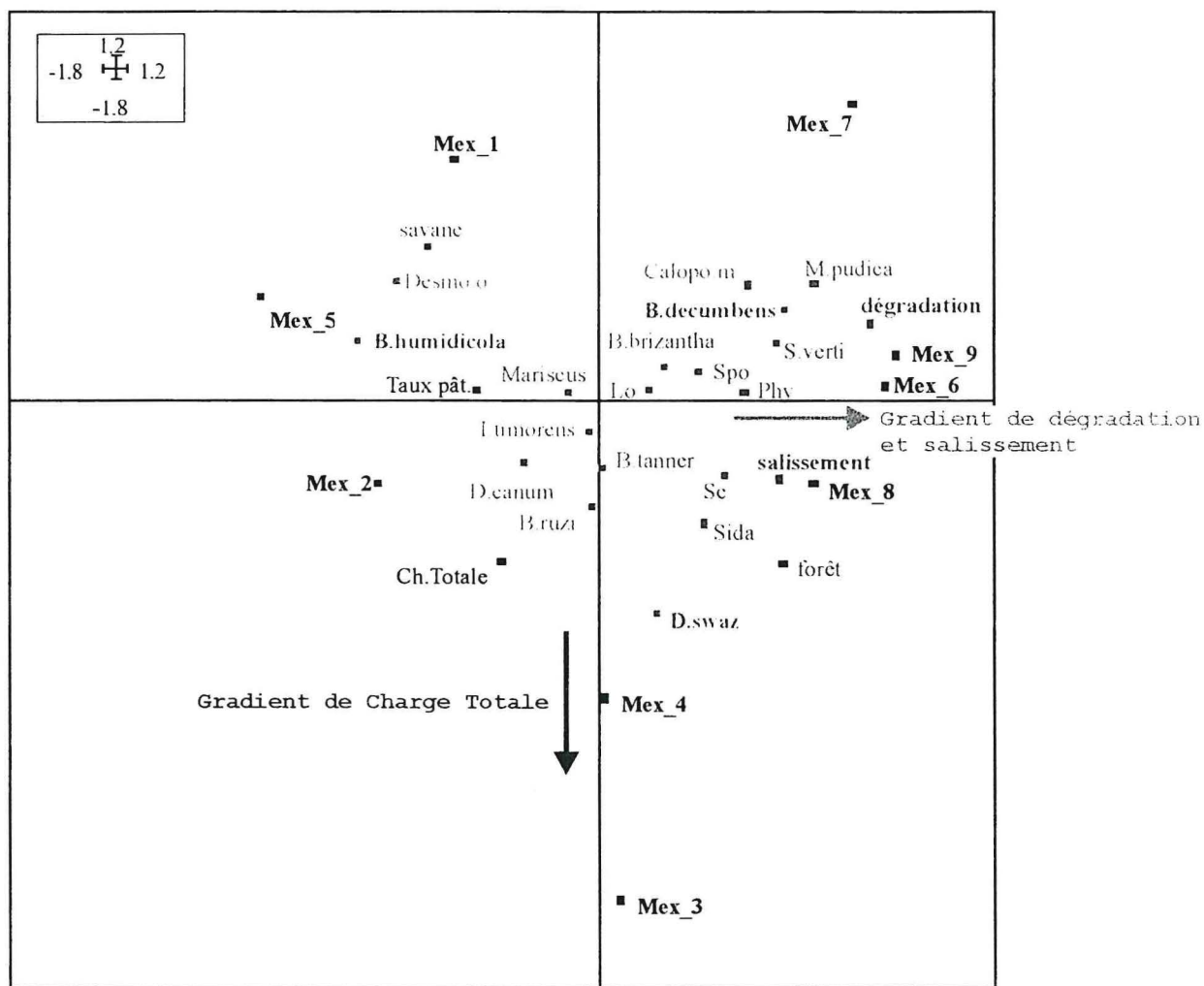
En effet, on retrouve les deux pôles relatifs à l'origine des prairies qui sont anti-corrélés sur le plan F1-F2 ainsi que sur F3-F4 (Fig. 3.10 et 3.11).

Sur les savanes, la principale graminée fourragère implantée est *Brachiaria humidicola*, et on y trouve également la légumineuse fourragère *Desmodium ovalifolium*.

Sur les prairies issues de déforestation, le *Digitaria swazilandensis* est principalement implanté. Cette configuration ne reflète pas forcément un choix raisonné¹ selon le terrain mais témoigne plutôt de l'histoire de l'implantation de ces prairies (déforestation massive durant le Plan Vert avec préconisation d'implanter en *D. swazilandensis* et *B. decumbens* puis exploitation des savanes naturelles avec implantation nouvelle de *B. humidicola*).

La position de la forêt (contrairement à la savane), à savoir dans le sens de la dégradation et proche du salissement sur le plan F1-F2 (Fig. 3.10), pourrait être liée à cette implantation de départ en graminées fourragères plus délicates à gérer.

¹ Ceci doit être modéré car pour certaines espèces, le milieu d'implantation est un minimum raisonné (jamais de *B. decumbens* et surtout de *B. brizantha* sur sols de savane très hydromorphes).



En noir, groupe des variables des pratiques d'exploitation explicatives

En bleu groupe des variables d'origine explicatives

En rouge, groupe des variables adventices à expliquer

En vert, groupe des variables fourragères à expliquer

Figure 3.10 :

Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables de l'étude.

RAPPEL DES MODES D'EXPLOITATION

Type 1 (Mex_1) caractérisé par : un **pâturage** avec des **rotations régulières** à charge instantanée inférieure à 2000 kgPV/ha et un temps de passage des troupeaux moyen à long (>15j).

Type 2 (Mex_2) caractérisé par : un **pâturage** avec des **rotations régulières** à charge instantanée moyenne de 2000 à 4000 kgPV/ha et un temps de passage des troupeaux moyen à long (>15j).

Type 3 (Mex_3) caractérisé par : un **pâturage** avec des **rotations régulières** à charge instantanée supérieure à 3000 kgPV/ha et un temps de passage des troupeaux court.

Type 4 (Mex_4) caractérisé par : un **pâturage pseudo-permanent** avec de fortes amplitudes en charge instantanée et un pâturage à rotations irrégulières.

Type 5 (Mex_5) caractérisé par : un **pâturage pseudo-permanent** avec un niveau de charge instantanée constant sur la période variant de 0 à 3000 kgPV/ha selon les parcelles.

Type 6 (Mex_6) caractérisé par : un **pâturage** avec au moins une période de repousse très longue et au moins un passage avec une forte charge instantanée (>à 5000 kgPV/ha).

Type 7 (Mex_7) caractérisé par : un **pâturage** avec au moins une période de repousse très longue et une charge instantanée moyenne de 1000 à 4500 kgPV/ha.

Type 8 (Mex_8) caractérisé par des rythmes de rotations réguliers propres à chaque parcelle avec de fortes amplitudes en charge instantanée.

Type 9 (Mex_9) caractérisé par des irrégularités en terme de rotation et temps de passage avec des niveaux de charge instantanée variables mais avec moins d'amplitudes que le type 8.

3.4.1.2 Importance du choix de la graminée fourragère à l'implantation

Le degré de dégradation, les variables botaniques *B. humidicola* et *B. decumbens* étant très bien représentés sur l'axe 1 (Annexe 6), nous pouvons en déduire que l'implantation de la graminée *B. humidicola* apparaît plus liée à l'état de prairies saines (plus favorable à la pérennisation) alors que la graminée *B. decumbens* est très proche du pôle dégradation (Fig. 3.10). Avec cette graminée, certaines zones sont mises à nu ce qui induit des perturbations dans le fonctionnement du couvert (cf 3.4.1.4).

Par contre, le positionnement de *Digitaria swazilandensis* est moins net mais nous verrons que lorsqu'elle est associée à certaines pratiques, le niveau de dégradation est important et elle peut alors être considérée comme une plante à risque. En outre, ce positionnement révèle le manque de variables caractérisant le mode d'entretien des parcelles, en effet dans notre échantillonnage, de nombreuses parcelles implantées en *D. swazilandensis* ont reçu parallèlement une fertilisation intense (ammonitrates, fientes de volailles) ce qui pèse sur notre analyse. La réintégration de telles variables serait donc intéressante dans une prochaine analyse.

3.4.1.3 Caractérisation botanique de la dégradation et du salissement

La dégradation s'exprime essentiellement par deux plantes : *Mimosa pudica* (*M. pudica*) et *Spermacoce verticillata* (*S. verti*). Le coefficient de corrélation entre dégradation et *M. pudica* est d'ailleurs de 0.856 (Annexe 7). En effet lorsque ces deux adventices sont présentes, leur capacité de colonisation du milieu étant très forte, elles recouvrent très rapidement les surfaces au détriment des espèces fourragères initialement implantées. Ce caractère envahissant sur de courtes durées (en deux mois le rapport des contributions spécifiques peut s'inverser au profit des indésirables) les porte au rang d'adventices les plus « dangereuses ».

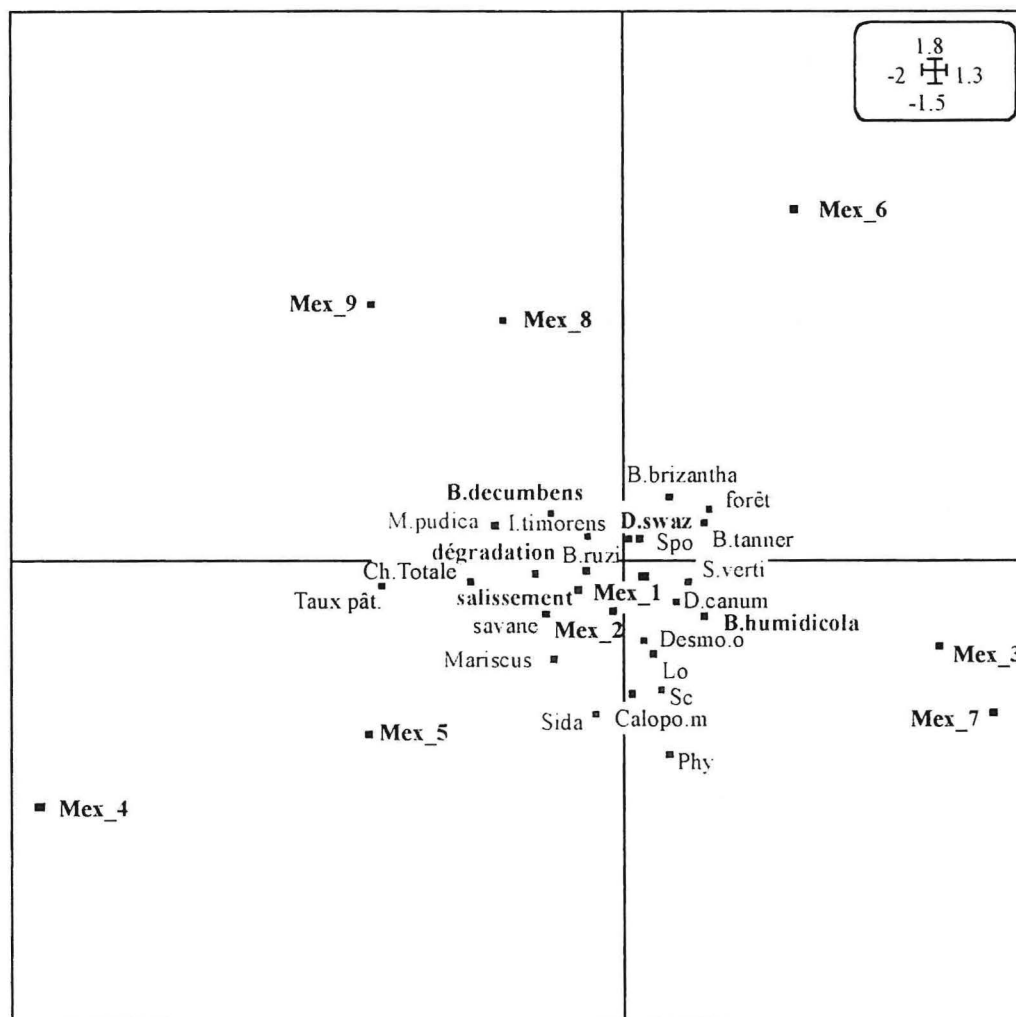
Sur le plan F1-F2 (Fig. 3.10), le salissement est proche des espèces *Senecioides cinerea* (*Sc*) et *Sida sp.* (*Si*), espèces adventices qui ont une occurrence d'apparition faible mais qui, lorsqu'elles sont présentes, ont une contribution spécifique élevée. Ainsi ces deux espèces pourraient être des indicateurs biologiques de la richesse de la flore.

Le *Mariscus sp.* (*Mariscus*), que l'on peut considérer comme représentatif de la famille des cypéracées, de part sa position centrale, n'est pas un indicateur botanique d'une tendance, que ce soit dans le sens de la dégradation et/ou du salissement ou bien de la « propreté » d'une prairie.

3.4.1.4 Les pratiques qui semblent favoriser la qualité des prairies...

Des 3 types de gestion du pâturage avec des rotations régulières, le **type 2 (Mex_2)** apparaît clairement comme le plus favorable à l'obtention et probablement au maintien de prairies de qualité (non dégradées). En effet, autant dans l'analyse avec toutes les variables (Fig. 3.10) mais plus nettement encore dans l'analyse simplifiée (Fig. 3.12), son positionnement est toujours loin du pôle dégradation sur les plans où ces 2 variables (*Mex_2* et *dégradation*) s'expriment le mieux (Annexe 8).

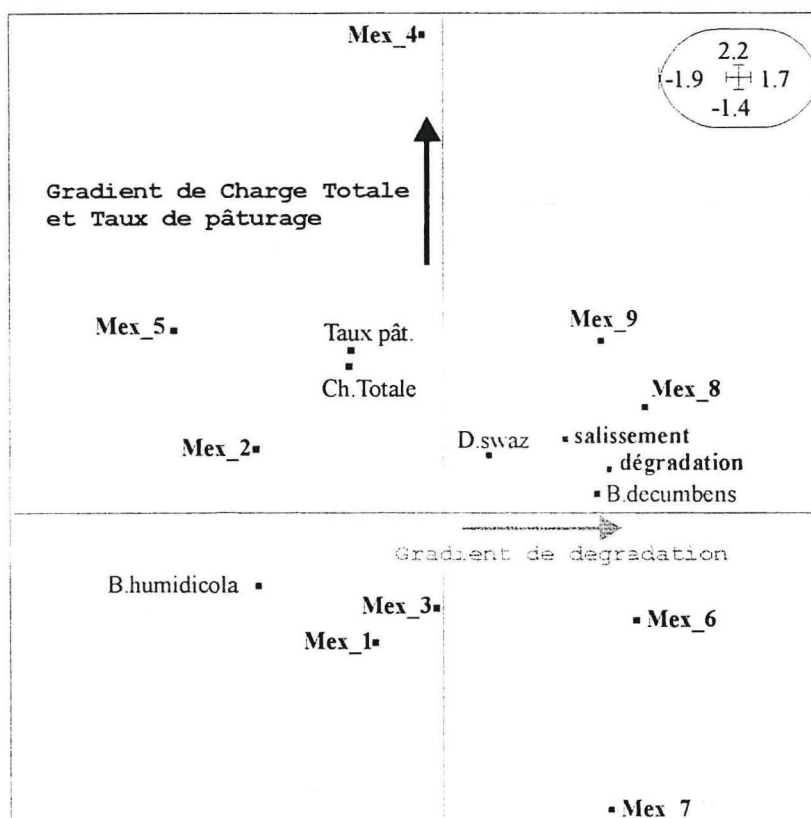
Les modes de gestion de type 1 et 3 ne se positionnent pas comme étant des pratiques à risques, cependant ils semblent plus délicats que le type 2.



En noir, groupe des variables des pratiques d'exploitation explicatives
 En bleu groupe des variables d'origine explicatives
 En rouge, groupe des variables adventices à expliquer
 En vert, groupe des variables fourragères à expliquer

Figure 3.11 :
Plan factoriel F3-F4 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables de l'étude.

En effet pour le **type 1 (Mex_1)**, associé à de faibles charges instantanées, on est un peu plus proche du pôle dégradation. Contrairement au type 2, il est couplé avec de faibles valeurs de charge totale (souvent inférieure à 700 kg de PV par ha), cette opposition se marque par le positionnement de ces deux variables par rapport à la variable de charge totale (*Ch_Totale*) sur le plan factoriel F1-F2 (*Mex_1* est toujours très éloigné). Ainsi il y aurait peut-être un seuil, pour le risque de dégradation, lié à de trop faibles chargements. Un faible chargement à l'hectare, d'un point de vue fonctionnement du couvert, se traduit par un profil du couvert irrégulier avec des touffes de refus (certaines plantes comme les jeunes pousses étant appréciées en premier). Lors de la repousse, ces irrégularités dans la végétation peuvent alors représenter des « niches » écologiques propices au développement des adventices.



En noir, groupe des variables des pratiques d'exploitation explicatives

En rouge, groupe des variables « état des prairies » à expliquer

En vert, groupe simplifié des variables fourragères à expliquer

Figure 3.12 :

Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir des variables de la base de donnée simplifiée

Pour le **type 3 (Mex_3)**, pratique à niveau de risque faible, se dégagent les mêmes concepts que pour le type 1 mais avec des notions de seuils supérieurs : pratique non risquée jusqu'à quel seuil de chargement ? Même avec des temps de passage du troupeau courts associés à de fortes charges instantanées, il peut y avoir sur-pâturage. Celui-ci a pour conséquence une mise à nu de certaines zones, s'il est réalisé sur certaines graminées fourragères *tallantes* (comme *B. decumbens*, *B. brizantha*...). Cette ouverture directe du sol, exposé alors aux rayonnements solaires, peut accélérer la levée et la croissance de plantules d'adventices qui sont susceptibles de prendre le pas sur la fourragère implantée. Dans le cas de graminées *stolonantes* (comme *B.*



A.

Photo 3.1 (A et B) : Colonisation du sol nu par les stolons de *Brachiaria humidicola*



B.

humidicola (Photo 3.1 A. et B.), *D. swazilandensis*), le phénomène est largement diminué par l'effet couvrant de ces plantes¹ lorsqu'elles sont installées, même après le passage du bétail (réseau dense de stolons au sol qui limite la levée des adventices). De plus, par rapport aux types 1 et 2, des temps de passage des troupeaux courts ont pour conséquence une exploitation de la parcelle par « à-coups » ce qui peut avoir un effet perturbateur. Une gestion des pâturages de type 3 semble donc plus « risquée » que de type 1.

Ces 3 types de gestion des pâturages, associés pourtant à une même notion de régularité dans les rythmes de rotation, n'ont pas les mêmes incidences sur l'état du couvert herbacé notamment lorsqu'ils sont combinés à d'autres pratiques qui peuvent modifier les tendances. La notion de rotations régulières ne suffit donc pas à elle seule pour assurer le maintien de la qualité des prairies.

3.4.1.5 Des pratiques qui augmentent le risque de dégradation et salissement...

Les modes de gestion : ➤ avec des temps de repousse très longs....

Une stratégie de **type 6** (*Mex_6*), avec une longue période de repousse dans le but d'un « étouffement » des mauvaises herbes, semble se révéler comme un mode de pratique à risque (toujours dans le sens de la dégradation (Fig. 3.10 et 3.12)). En effet, lorsque les adventices sont arrivées au stade lignifié (et à maturation), les zones à refus² sont importantes (car pas du tout appréciées par le bétail, contrairement aux jeunes plantules ; phénomène plus accentué pour la sensitive (*Mimosa pudica*) qui a des tiges couvertes d'épines), ils sont peu sensibles au piétinement et présentent alors une banque de semences importante (de part les fructifications). Ainsi ils ne pourront pas être éliminés par un passage du bétail avec une forte charge instantanée, on aura un couvert végétal clairsemé propice à la colonisation des mauvaises herbes. C'est l'association : temps de repousse long, un passage avec une forte charge instantanée, couvert végétal clairsemé après le passage du troupeau, qui est à risque.

De plus les risques semblent augmentés selon le couvert en place. Par exemple les sites MP8.1 et MP25.1, ayant pourtant le même mode d'exploitation de type 6 se situent très différemment par rapport à la dégradation (Fig. 3.13). Le site MP25.1 est tiré à la fois par son mode d'exploitation et par *Brachiaria humidicola* comme graminée dominante d'où sa position centrale contrairement à MP8.1, implanté en *Brachiaria brizantha*, très proche du pôle dégradation. Ceci expliquerait que *Mex_6* n'est pas plus proche encore du pôle dégradation. Ainsi la graminée *Brachiaria humidicola* supporterait mieux ce type de conduite (effet couvrant de cette graminée stolonante).

Le **type 7** (*Mex_7*) se situe du côté de la *dégradation* (sur l'axe 1 : Fig. 3.10 et 3.12) mais cette pratique semble réduire le cortège d'adventices de part son éloignement et son opposition avec le *salissement* sur l'axe 2. L'explication biologique est peut être une plus faible accessibilité de la lumière au sol par rapport au type 6 due à des charges instantanées plus faibles. Cependant ce mode de gestion ne conduit qu'à une diminution du cortège floristique des mauvaises herbes (prairie moins « sale ») mais ne permet pas d'obtenir des prairies non dégradées. Là aussi, selon la graminée implantée, les effets de ce type de conduite sont différents : par exemple la station FB3.1 implantée en *B. decumbens* est plus proche du secteur caractérisé par la dégradation que le site FB5.1, ayant également le type *Mex_7* mais implantée en *B. humidicola*. (Fig. 3.13)

¹ Il existe cependant un « gradient » de stolons en terme de taille et donc de résistance. Ainsi la graminée *D. swazilandensis* est plus fragile (surtout au piétinement) car ses stolons sont très fins.

² Mélange d'adventices et de fourrage non accessible formant un « buisson ».

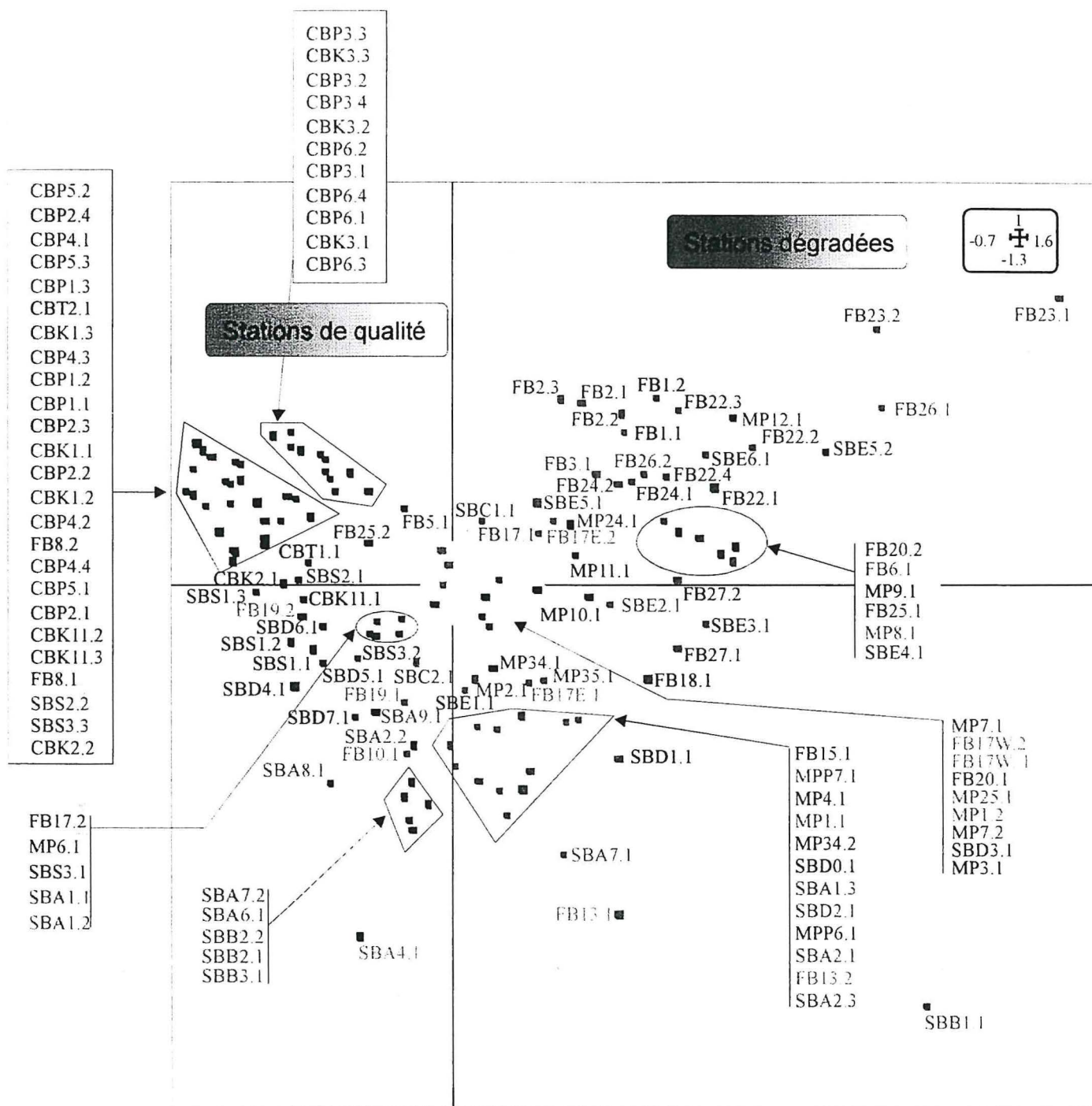


Figure 3.13 :

Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale de Hill et Smith de toutes les variables.

Les différences dans l'état du couvert herbacé à la sortie du troupeau sont à l'origine de différences dans le niveau de dégradation et de salissement et il suffit de quelques variations dans les modes de gestion pour obtenir des effets très différents sur l'évolution du cortège floristique : dans le sens de la dégradation et/ou du salissement ou bien dans le sens d'un maintien de pâturages propres et non dégradés.

➤ avec des charges instantanées variables

Le **type 8** (*Mex_8*), dans les 2 analyses, se positionne du côté de la dégradation avec également un rapprochement marqué avec le salissement. Ainsi, malgré une régularité dans les rotations, des amplitudes de charge très élevées sont propices à un envahissement des prairies avec un grand cortège d'adventices. Ces variations en charge entraînent des variations du profil du couvert avec des alternances de prélèvements forts (lumière au sol favorable à la levée d'adventices) et de prélèvements faibles (pression insuffisante pour éliminer les mauvaises herbes et création de foyers potentiels pour leur développement).

La gestion de **type 9** (*Mex_9*) a une influence beaucoup moins marquée sur l'état du couvert par rapport au type 8. En effet, cette variable s'exprime peu sur les axes où s'expriment les variables d'état du couvert mais elle semble cependant se définir comme une pratique à risques. Peut-être que ce positionnement peu marqué est lié à des amplitudes de charges instantanées moins importantes que dans le type 8 ou bien au faible nombre d'individus dans cette classe de la typologie (8 stations).

3.4.1.6 *Cas des pâturages pseudo-permanents*

Les pâturages pseudo-permanents (taux de pâturage de 72 % en moyenne) considérés jusqu'alors comme étant des modes de gestion peu favorables au maintien des prairies¹ (Huguenin, 1997) ne s'expriment pas forcément dans ce sens.

Pour le **type 4** (*Mex_4*), sa position en retrait sur les plans F1-F2 et même F3-F4 ne nous permet pas de le classer comme facteur positif ou négatif bien qu'il soit associé à des irrégularités en charge et à un pâturage quasi-permanent. Cette position particulière est peut-être liée à des sites avec des entretiens particuliers (cas de la station FB10.1). Il faudrait retraiter cet aspect avec un nombre d'individus plus élevé et en faisant apparaître certains modes d'entretien qui peuvent influencer.

Le **type 5** (*Mex_5*), différencié par sa régularité des niveaux de chargement, ne représente apparemment pas un facteur à risques. Il se situe d'ailleurs plus loin du pôle dégradation que le type 4. On peut alors supposer qu'il existe une adéquation convenable entre l'offre (production de biomasse fourragère, rythme de croissance de l'herbe) et la demande (consommation en quasi-permanence) en biomasse fourragère ; ceci avec des charges instantanées relativement constantes. De plus, on peut effectuer le rapprochement avec la graminée *B. humidicola* sur l'axe 1 (Fig. 3.10), en effet, malgré sa faible contribution, c'est le mode de gestion qui s'exprime le mieux sur cet axe (Annexe 6). Ces considérations semblent donc à coupler avec la présence de cette graminée fourragère. Il s'agit là d'un possible cas de prairie ayant trouvé un « équilibre ».

Malgré le caractère commun de pâturage permanent, ces deux modes ne conduisent pas à la même analyse ce qui justifie une fois de plus la classification de notre typologie.

¹ Dans l'échantillon de 1997, les pâturages pseudo-permanents étaient toujours associés à du sous-pâturage ce qui n'est plus le cas dans notre étude.

3.4.1.7 Charge totale (*Ch. Totale*) et taux de pâturage (*Taux Pât.*)

Ces deux critères, étant donnée leur position sur les axes par rapport aux variables d'état des prairies, ne semblent pas rentrer dans la logique de la dégradation ni du salissement.

Cependant le risque d'envahissement des prairies semble moins important avec des charges totales fortes qu'avec des charges totales faibles. Ainsi, en situation des prairies installées, le sur-pâturage pose en premier lieu des problèmes de diminution de croissance des animaux, liée à une exploitation trop intense de l'herbage ; il peut aussi empêcher l'installation correcte d'une prairie¹. Ceci conforte les résultats de l'étude menée en 1997 où des charges fortes (supérieures à 800 kg) semblaient préférables à des sous-chargements (Huguenin, 1997). En sous-pâturage, les touffes de refus sont plus importantes et l'évolution du couvert est alors perturbée.

La variable taux de pâturage (*Taux pât.*) n'apporte pas grand-chose à l'analyse, elle « tire » les types *Mex_4* et *Mex_5*. Un taux de pâturage élevé, associé à une régularité de rotation, est moins risqué que s'il est associé à une grande irrégularité dans les mouvements d'animaux. Son opposition est marquée avec le type *Mex_6* où les temps de repousse sont très longs.

¹ Cet aspect sera étudié au cours de la campagne prochaine dans le cadre de la suite du programme de recherche (cf chapitre 5).

3.4.2 Principales conclusions

- En regard des résultats avec les types 6, 7 et surtout 8, une mauvaise maîtrise de la régularité des niveaux de charge instantanée suite à des allotements variables (au sein du même lot ou dans la succession des lots) semble un facteur de risque de dégradation majeur.

Une **régularité en charge semble prévaloir sur une régularité en temps de passage** (rythmes de rotation réguliers) et la gestion des allotements apparaît donc comme très importante. Des éleveurs réalisant des allotements irréguliers s'inscrivent alors dans une logique à risque.

Cependant, il faut **prendre en compte les contraintes** d'exploitation auxquelles sont soumis les éleveurs et qui imposent d'elles-mêmes certaines stratégies de gestion (cf chapitre suivant).

- La configuration : **pâturage permanent**, sur prairies à *B. humidicola*, avec des charges instantanées relativement constantes avec une bonne adéquation offre/demande \Rightarrow pas gage de propriété mais **pas facteur de risque très élevé** non plus. Cas du type 5 (*Mex_5*).

La notion de **pâturage permanent** comme **pâturage à risque** doit donc être modulée et même il pourrait constituer une possibilité de gestion à proposer qui offrirait de nombreux avantages : simplification de l'organisation du travail, gain de temps (peu de mouvements d'animaux ce qui limite les risques de stress des bêtes). De plus avec une adéquation offre/demande bien gérée l'alimentation serait fréquemment constituée de jeunes repousses plus riches (valeur alimentaire plus grande).

Un pâturage permanent sera à **risque si** les niveaux de chargement sont irréguliers, non maîtrisés. Ce risque peut être accru selon le couvert implanté, risque apparemment minimal sur prairies à *B. humidicola*. De fortes amplitudes de chargement sont souvent liées à la présence de chevaux sur l'exploitation qui « tournent » sur les parcelles. Leurs besoins en fourrage ne sont pas très élevés mais leur présence sur les parcelles (charges très faibles) peut induire une perturbation dans le couvert (due aux fluctuations des niveaux de charge). Ainsi ces animaux nécessiteraient une gestion à part entière comme les autres lots de bovins.

- Une **régularité du niveau de chargement** avec des charges instantanées moyennes couplée avec une régularité dans les rythmes de passage \Rightarrow **risque de dégradation minimal**. Cas du type 2 (*Mex_2*).

- Malgré une régularité dans les rythmes de rotation, du **sous-pâturage** avec charges instantanées et charge totale faibles \Rightarrow **augmentation des risques de dégradation**. Cas du type 1 (*Mex_1*).

- **Sur-pâturage** (charges instantanées relativement fortes), **couplé avec un couvert qui laisse du sol nu** après le passage des troupeaux (couverts à risques comme *B. brizantha* ou *B. decumbens*) malgré une régularité dans les rythmes de rotation \Rightarrow **augmentation des risques de dégradation**. Cas du type 3 (*Mex_3*).

- Une **irrégularité totale en termes de chargements et de rotation** (cas du type 9 (*Mex_9*)) n'apparaît pas, dans cette analyse, comme un type à risque majeur. Ceci étant peut être lié à des amplitudes moins fortes, surtout en terme de chargement, que dans le type 8.

3.4.3 Aide à la décision

Prendre en compte les contraintes...

Dans l'analyse des données il est difficile de prendre en compte les contraintes internes et externes de l'exploitation. Or il faudrait pouvoir intégrer ce paramètre car il influence grandement les choix des modes de gestion. Ainsi il faut essayer d'adapter les résultats scientifiques (souvent théoriques) à la réalité de terrain c'est-à-dire au fonctionnement réel des exploitations et de la filière en général.

En effet, chaque pratique de gestion a une raison sous-jacente qui peut être :

- ♦ soit une stratégie d'exploitation sur le long terme,
- ♦ soit une adaptation de la stratégie à une contrainte :
 - technique (disponibilité en main d'œuvre, matériel défectueux, incompatibilité de proximité de certains troupeaux...),
 - environnementale (conditions météorologiques : pendant la saison sèche, les rotations sont raisonnées en fonction de l'accessibilité aux points d'eau),
 - sociale (positionnement au sein du groupement...),
 - financière (besoin de trésorerie,...).

Les pratiques sont donc choisies en fonction des ressources du système (théorie du facteur limitant) qu'elles soient structurelles, sociales ou financières.

...pour l'aide à la décision.

Les **types 6 et 7** sont représentatifs d'une stratégie qui consiste à « étouffer » les adventices avec un long temps de repousse, ils permettent ainsi une faible fréquence de passage sur les parcelles (gain de temps, nécessité de moins de main d'œuvre). Ils peuvent également être révélateurs d'un problème de manque de points d'eau sur ces parcelles pour la saison sèche ce qui empêche leur utilisation. Ils ne semblent pas conseillés sur des couverts à risque par contre avec *B. humidicola* cette technique peut être efficace.

Couplés avec un désherbage, ils constituent une stratégie intéressante. En effet après un long temps de repousse, un grand nombre d'adventices s'expriment (grande banque de semences), et lorsqu'il y a un bon rapport tiges / feuilles le désherbage est très efficace.

Lorsque du *D. swazilandensis* (plante assez fragile (stolons fins)) est implanté, sa fragilité est nettement réduite si une fertilisation azotée intense est appliquée.

Pour des parcelles susceptibles d'être conduite en **pâturage pseudo-permanent**, le *Brachiaria humidicola* est à conseiller car il semble mieux supporter ce type de conduite.

Un **bon pilotage des allotements** (régularité en charge sur les parcelles) semble prévaloir sur une régularité dans les rotations. Une organisation en îlots de pâturage, chaque îlot étant affecté à un troupeau, peut faciliter cette gestion.





Pour les rythmes de rotation, une tentative d'aide à la décision et à la gestion a été menée au travers de schéma de prévisions de rotation sur une période relativement longue.

En parallèle de l'analyse statistique descriptive, les principales données concernant l'implantation des prairies, leur niveau de dégradation, leur mode d'exploitation et leur charge globale (sur la période de suivi) ont été cartographiées sur chaque parcellaire.




Cette spatialisation des données a été réalisée au laboratoire de télédétection du centre ORSTOM de Cayenne à l'aide d'un logiciel de Système d'Information Géographique (S.I.G.) : Autocad Map.

Figure 4.1 : Légende des cartes

Etat des prairies

-  Non dégradées
-  Peu dégradées
-  Dégradées
-  Fortement dégradées

Charge globale




-  Faible
-  Moyenne
-  Forte

Modes d'exploitation : en bleu

Implantation

-  B.humidicola
-  B.decumbens
-  D.swazilandensis
-  B.brizantha/B.ruziziensis
-  Mélange graminées
-  Non homogène
-  Autre culture
-  Non planté
-  Marais ou forêt

Infrastructures

-  Corral
-  Habitation
-  Pistes
-  Routes
-  Criques

Objectif :

La **spatialisation de ces données** (sur le parcellaire des exploitations étudiées) peut apporter des éléments supplémentaires et/ou complémentaires de réflexion et d'analyse en terme de gestion des prairies (contraintes d'éloignement au corral, aux habitations ; raisonnement du parcellaire). Mais surtout, contrairement à l'analyse statistique, cette approche cartographique pourra être plus aisément divulguée aux éleveurs et servir de support de discussion.

Qu'est-ce que les S.I.G. ?

Les Systèmes d'Informations Géographiques (S.I.G.) sont des « *systèmes informatisés d'aide à la décision qui intègrent des données référencées dans l'espace. Ces systèmes capturent, stockent, récupèrent, analysent et affichent les données spatiales.* » (Autodesk, 1997)

Le logiciel utilisé est Autocad Map.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

4.1 Les étapes de la conception des cartes

4.1.1 La numérisation des parcellaires

Le parcellaire de tous les élevages étudiés a été réalisé par cheminement au moyen d'un topofil et d'une boussole. Ils étaient ensuite dessinés sur calques à l'échelle 1/5.000.

La numérisation des parcelles est une « *procédure consistant à convertir les données existantes (cartes sur papier, photographies aériennes ou images tramées) sous une forme numérisée en traçant des cartes à l'aide d'un numériseur, la position des objets étant enregistrée au moyen des coordonnées (x, y).* » (Autodesk, 1997). Elle a été réalisée sur une table à digitaliser Summagraphics (format A0), les données ont été enregistrées sous Autocad Map.

Pour calibrer la table à digitaliser nous avons tracé 3 ou 4 points sur chaque calque avec des coordonnées (x,y) connues (déterminées en fonction de l'échelle) et nous avons choisi une projection orthogonale.

Le résultat de la calibration est présenté dans le tableau 4.1.

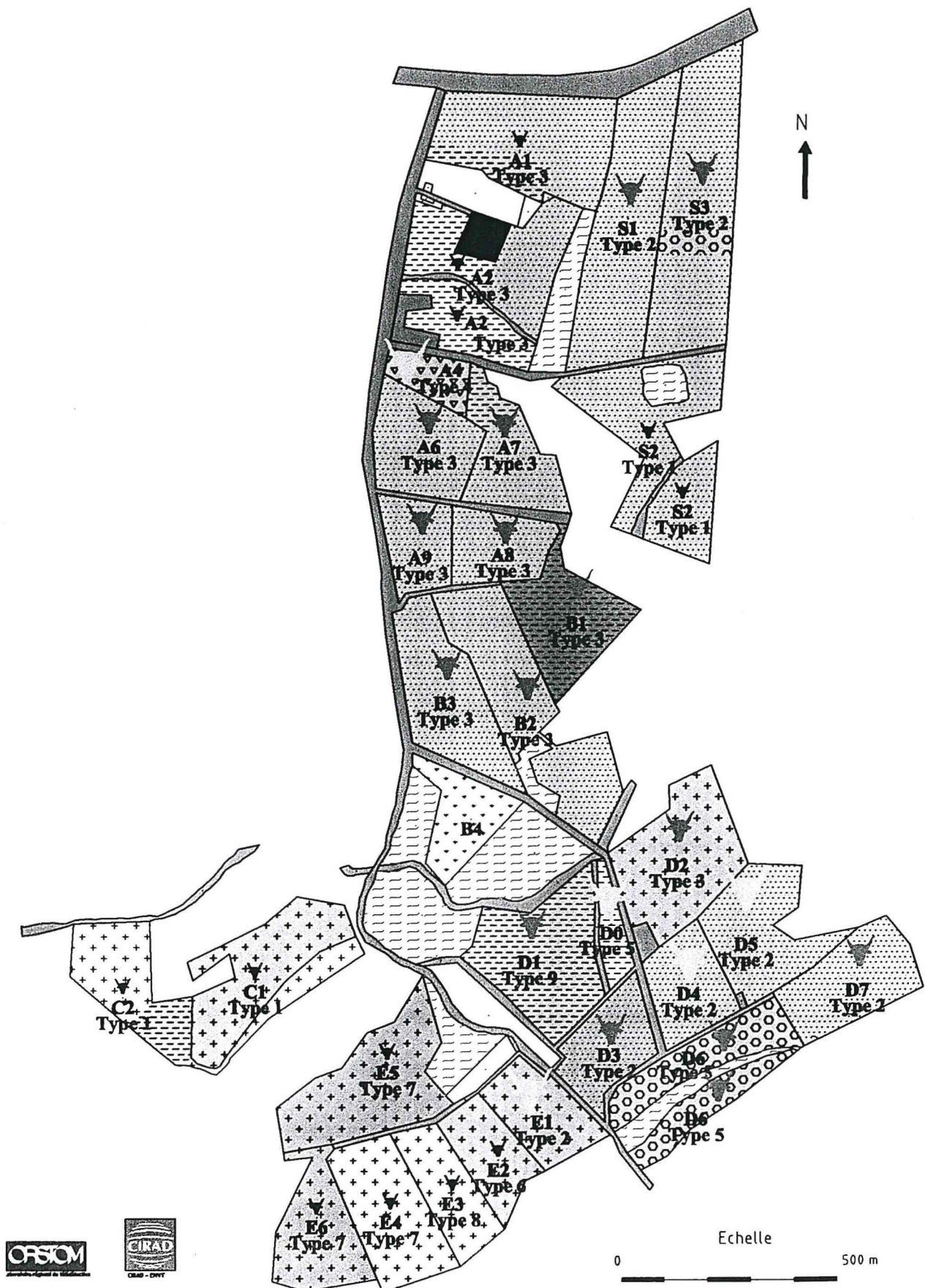
Tableau 4.1 : Précision de la calibration de la table à digitaliser.

	Elevage A	Elevage B	Elevage 3	Elevage 4
Erreur RMS (en m)	0.7721	1.4895	4.9239	0.9922
Ecart standard	0.2930	0.5379	0.4714	0.2741

L'erreur RMS est satisfaisante pour l'ensemble des parcellaires.

Nous avons ensuite « nettoyer » les dessins (avec une tolérance de 4 m) pour supprimer les problèmes et erreurs potentielles afin d'obtenir une image propre à savoir sans doublons (lorsqu'une limite parcellaire est numérisée deux fois), avec des polygones (« *ensemble des liens formant un espace clos* ») bien fermés,... Cette étape est nécessaire avant d'utiliser ces données pour créer une topologie.

Figure 4.2 : Exploitation A



4.1.2 Création des topologies

La topologie représente « l'ensemble des relations définies entre les liens, les nœuds et les centroïdes. Elle décrit les connexions et les rapports entre les lignes et les polygones et constitue la base des fonctions S.I.G. telles que le tracé d'un réseau et l'analyse spatiale ». (Autodesk, 1997).

Lorsque la topologie est de type polygone, on a une représentation de surfaces et de relations entre ces surfaces au moyen de liens et de surfaces closes.

Dans une topologie, les centroïdes sont des points ou des blocs contenant des informations sur la surface et le périmètre des polygones. A chaque polygone est affecté un centroïde.

Au centroïde peuvent être associées d'autres données au moyen de « tables » (exemple : table parcellaire) dans lesquelles on définit des « champs » comme par exemple le numéro de la parcelle, son propriétaire...

4.1.3 Lien avec une base de données externe

Le langage utilisé est S.Q.L. : langage de requête structuré, conçu dans le but de standardiser la communication avec les bases de données.

Les bases de données utilisées sont de type DBase 3 (enregistrement des fichiers excel sous ce format). Il faut alors configurer la base de données externes en créant un catalogue, un schéma et un nom de lien (« Link Path Name »). Elles peuvent être de type Access, Oracle.

Une fois que le lien avec la base de données est créé, on peut visualiser le contenu de chaque ligne du tableau c'est-à-dire les variables associées à chaque station (valeurs des colonnes) et à chaque centroïde on associe la ligne correspondante grâce à la fonction « Make Link ».

4.1.4 Réalisation de requêtes

Avant de réaliser toute requête, il faut ouvrir un nouveau dessin et y associer le dessin source.

▪ Requêtes simples

A chaque centroïde, est affecté le nom de la parcelle (l'identifiant) contenu dans la table de la topologie adéquate (table « parcellaire »). Pour les zones non exploitées, un motif est associé à l'identifiant de ces polygones : pour les marais, les zones de forêt et les bâtiments d'exploitation (corral, habitation).

▪ Requêtes thématiques de topologie

Selon la nature des variables, les propriétés à définir sont différentes.

☞ Les variables discrètes sont : les graminées implantées et les types de mode d'exploitation (type 1 à type 9).

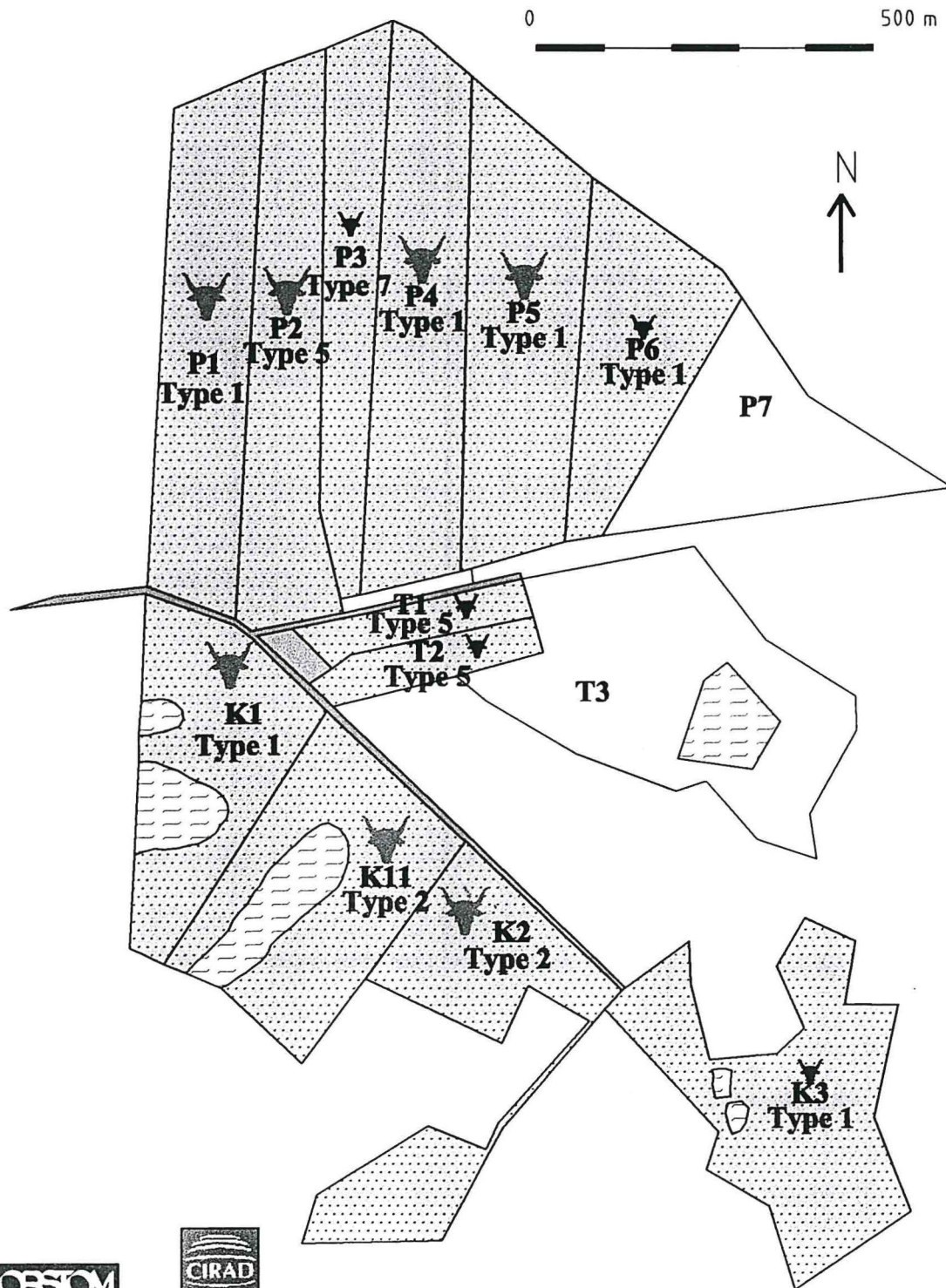
Le type de requête choisi est celui qui utilise le lien SQL avec la base de données Dbase 3.

Il faut définir les propriétés d'affichage. A chaque valeur on associe une couleur ou un motif (Tab. 4.2)

Tableau 4.2

	Remplissage	Echelle	Valeurs	Description (pour la légende)
Implantation	Motif 1	100	1	<i>B. humidicola</i>
	Motif 2	100	2	<i>B. decumbens</i>
	Motif 3	100	3	<i>D. swazilandensis</i>
	Motif 4	200	4	<i>B. brizantha</i> / <i>B. ruziziensis</i>
	Motif 5	150	5	Mélange graminées
	Motif 6	80	6	Non homogène
	Aucun	1	7	Non planté

Figure 4.3 : Exploitation B



Pour les modes d'exploitation, chaque type a été affecté au centroïde des parcelles avec un type de police défini (couleur bleue) en utilisant le lien SQL avec la base de données.

☞ Variables continues :

Il faut créer des **classes** et à chaque classe on affecte un nom, une valeur supérieure, un motif, un symbole ou une couleur. Pour le niveau de dégradation, nous avons créé 4 classes, pour le niveau de charge totale : 3 classes (Tab. 4.3).

Tableau 4.3

	Remplissage	Echelle	Valeurs (supérieures)	Description (pour la légende)
Niveau de dégradation (D) = Etat des prairies	Couleur 1	1	0.12	0 < D < 0.12 non dégradées
	Couleur 2	1	0.25	0.12 < D < 0.25 peu dégradées
	Couleur 3	1	0.50	0.25 < D < 0.50 dégradées
	Couleur 4	1	0.75	0.50 < D < 0.75 fortement dégradées
Charge Totale (ChG)	Symbole ChG 1	1	700	Faible (< 700 kgPV.ha ⁻¹)
	Symbole ChG 2	1	1400	Moyenne (700 - 1400 kgPV.ha ⁻¹)
	Symbole ChG 3	1	2100	Forte (> 1400 kgPV.ha ⁻¹)

4.2 Analyse des cartes produites

4.2.1 Généralités sur les exploitations

Plus de 85 % des parcelles ne sont pas ou peu dégradées dans l'exploitation A (Fig. 4.1 et 4.2). L'implantation dominante est en *Brachiaria humidicola* (la moitié des parcelles) et le reste est en *B. decumbens* ou *D. swazilandensis*. On trouve tous les types de modes d'exploitation avec cependant une prédominance du type 3.

L'exploitation B ne présente aucune parcelle dégradée (Fig. 4.1 et 4.3). Toutes les parcelles sont implantées en *Brachiaria humidicola* sur sols de savane. Plus de la moitié des parcelles sont conduites selon le mode d'exploitation de type 1 ou 2. Les parcelles ont de très grandes tailles (9 ha en moyenne)

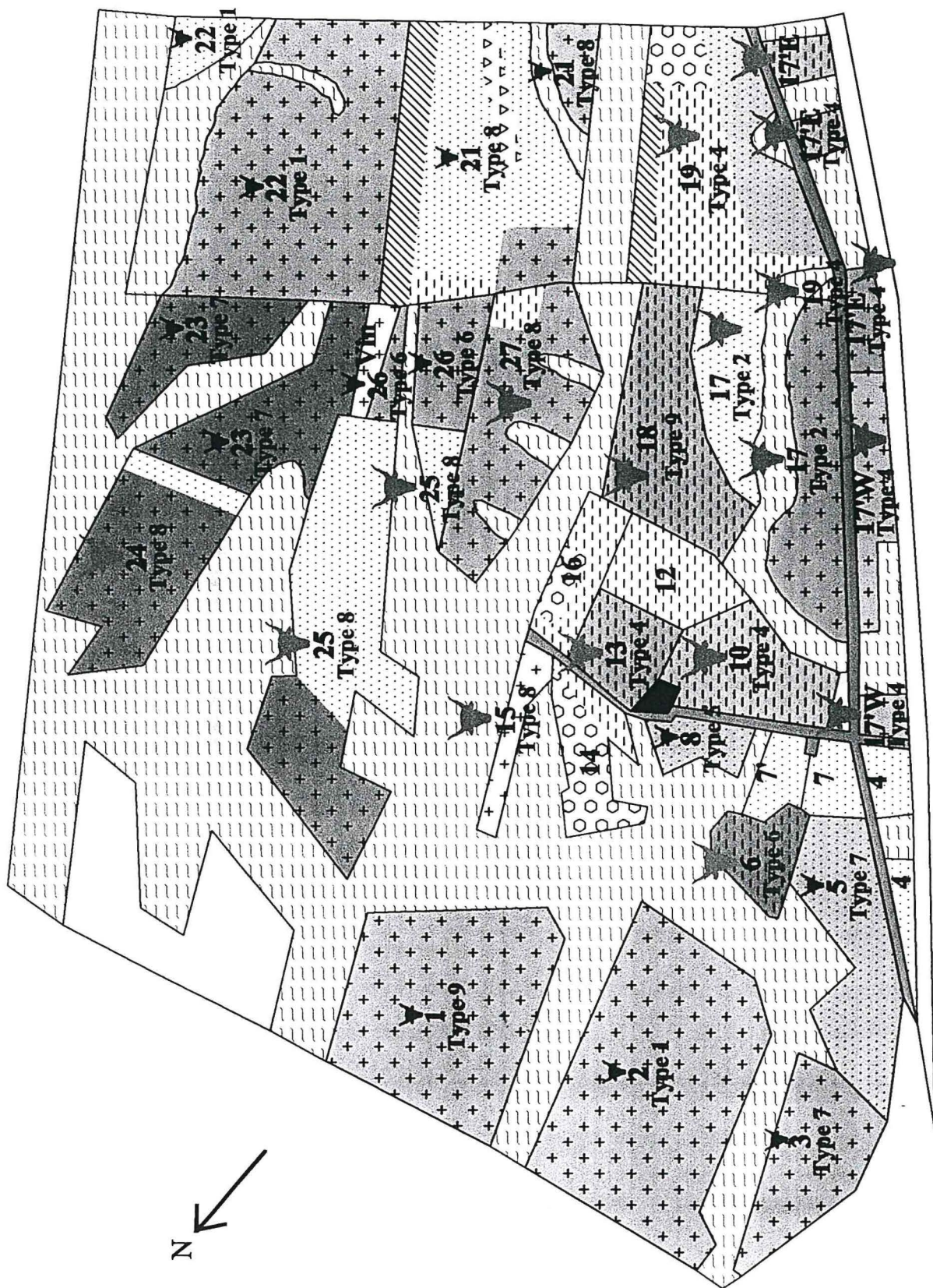
Dans l'exploitation C (Fig. 4.1 et 4.4), seulement un tiers des prairies est sain. L'implantation majeure est en *B. decumbens* (50 % des parcelles) puis en *D. swazilandensis* (20 % des parcelles) et *B. humidicola*.

Pour l'exploitation D (Fig. 4.1 et 4.5), nous n'avons pas identifié le niveau de dégradation pour toutes les parcelles. Les parcelles sont implantées en *B. humidicola* (20%), en *D. swazilandensis* (45%) puis sur de nombreuses parcelles se trouve un mélange de graminées (avec du *B. brizantha*).

4.2.2 Analyse « spatiale » de l'état des prairies

▪ Les **parcelles pâturées de façon pseudo-permanente** (type 4 et 5) sont souvent de taille réduite et se situent à côté des corrals ou des habitations. C'est le cas des parcelles D0 et A4 de

Figure 4.4 : Exploitation C



l'exploitation A (Fig. 4.2) ; T1 et T2 de l'exploitation B (Fig. 4.3) ; 8, 10, 13 de l'exploitation C (Fig. 4.4).

Ce sont des parcelles de proximité. Elles sont utilisées lors des mouvements d'animaux au corral : soins, prophylaxie, tri des animaux pour l'abattoir et pour les allotements. Celles proches des habitations peuvent servir pour surveiller les animaux malades, les troupeaux de sevrans nouvellement créés et les vêlages lorsqu'il y a le pic de naissances (surtout pour le premier vêlage des génisses mises à la reproduction). Sur ces parcelles peuvent être également mis les taureaux lorsqu'ils sont retirés du troupeau des mères (pendant les mois de juillet, août et parfois septembre) pour éviter les naissances pendant la grande saison des pluies.

Ces parcelles « tampons » sont nécessaires pour le fonctionnement de l'exploitation. Il faut donc trouver la meilleure façon de les gérer à savoir :

- une implantation en *Brachiaria humidicola* peut être intéressante (cas de la 8 de l'exploitation C (Fig. 4.4))
- surtout la maîtrise de la régularité des niveaux de chargement en évitant le passage de gros troupeaux ou bien la présence continue de quelques bêtes - très faible charge - (comme des chevaux) entre les passages de troupeaux plus importants.
- une autre alternative est la fertilisation intense (300 unités d'N.ha⁻¹) sur des parcelles implantées en *D. swazilandensis* : cas des parcelles P6, P7, 35 de l'exploitation D (Fig. 4.5) ; 10 de l'exploitation C (Fig. 4.4).

▪ Lorsque l'on compare les parcelles 8 de l'exploitation C et D0 de l'exploitation A, qui ont le même mode d'exploitation (type 5), se pose une question d'adéquation offre/demande pour la parcelle D0 qui a une forte charge globale, mais aussi met en avant **l'importance de la graminée implantée**. Dans le cas de la parcelle 25 de l'exploitation C implantée d'un côté en *B. decumbens* et de l'autre en *B. humidicola* la différence est très nette (Fig. 4.4).

Les parcelles 2 et 22 de l'exploitation C sont dégradées malgré un mode d'exploitation avec une régularité en charge et dans les rotations (type 1). En effet, étant donné que ces parcelles n'avaient pas été exploitées depuis longtemps, il y a un important seed bank. Nous pouvons supposer qu'avec du *B. decumbens* implanté, quel que soit le mode d'exploitation, il y aura dégradation. Cependant avec un **type 1, les risques de dégradation sont limités par rapport à un type 7 ou 8** (cas de la 23 et de la 24).

▪ Les parcelles E dans l'exploitation A (E2 à E6), formant un îlot de pâturage, ont le même couvert et la même charge globale mais elles se **différencient par leur type d'exploitation** qui détermine alors l'état de la prairie.

Seule l'exploitation A présente des parcelles avec de fortes charges globales (>1400 kgPV.ha⁻¹ : îlot des D, E1 et A4) et celles-ci ne sont pas dégradées ce qui soulève une question : irait-on dans le sens de M. Duru (communication personnelle) qui préconise de fortes charges ?

▪ Les parcelles **les plus dégradées sont très souvent les plus excentrées** sur le parcellaire. Ces parcelles sont moins sollicitées car elles sont éloignées des bâtiments, leur accessibilité est réduite surtout en saison des pluies. Le passage sur les pistes et surtout dans les parcelles avec les engins agricoles est alors très difficile ce qui accroît les contraintes de fonctionnement surtout pour leur entretien.

Dans l'exploitation D notamment, la piste de la bordure nord est assez récente. Les parcelles situées à l'ouest, très éloignées des bâtiments d'exploitation, n'ont que des points d'eau temporaires (mares temporaires) ce qui explique qu'elles sont peu utilisées pendant certaines

Figure 4.5 : Exploitation D



périodes (saison sèche) : cas des parcelles 8 et 12 (type 6 et 7), ou bien qu'elles ont une gestion marquée par des irrégularités (en terme de chargement et de rythmes de rotation : type 9).

Pour l'exploitation C, l'accès aux parcelles de la série des 20 était quasi - impossible durant la saison des pluies. Désormais une digue a été installée ce qui permet de passer avec un tracteur pour les travaux d'entretien.

La parcelle B1 de l'exploitation A fait partie d'un îlot de rotation (B1, B2, B3) ayant le même type de gestion. Cependant cette parcelle étant la moins accessible pour les travaux, elle n'a pas été repiquée en *B. humidicola* comme les deux autres (elle est encore implantée en *D. swazilandensis*). Les parcelles E5 et E6, à cause de leur emplacement, sont également peu sollicitées (type 7 avec une longue période de repousse). La parcelle E6 a été reprise récemment selon une stratégie de lutte intégrée avec : un passage des disques et repiquage de *B. humidicola*, pâture d'un troupeau sur les repousses de *B. decumbens*, désherbage à la rampe suite à la levée des adventices. Sur cette parcelle la graminée *B. humidicola* devient maintenant prépondérante et le niveau de dégradation est très faible (constat lors de visites ultérieures).

▪ Dans toutes les exploitations, un soin particulier semble être porté aux parcelles situées près des voies de communication (routes goudronnées), et sur le chemin menant aux habitations. Ces parcelles bien visibles doivent être bien entretenues pour la qualité de « l'image » de l'élevage.

4.2.3 Une autre échelle d'interprétation...

Cette analyse spatiale grâce à l'outil cartographique permet de passer de l'échelle de la station et de la parcelle (unité fonctionnelle du système herbager (Duru, Gibon *et al.*, 1988)) à **l'échelle de l'exploitation** où se décident les pratiques. Certaines logiques de fonctionnement apparaissent alors plus clairement en observant les contraintes structurelles de l'exploitation. En effet, « *il est essentiel de prendre en compte les dimensions et implications spatiales des pratiques [et activités] agricoles* » (Landais et Deffontaines, 1990). Des améliorations peuvent être apportées avec notamment la précision des emplacements des points d'adduction d'eau qui influencent la gestion pendant la saison sèche.

Il serait intéressant de positionner chaque élevage sur une carte où figureraient les pistes d'accès à l'exploitation avec une appréciation de leur état, où l'on visualiserait la distance par rapport à la première voie goudronnée, par rapport à l'abattoir. Toutes ces caractéristiques définissent les facilités ou difficultés d'accès aux pôles de commercialisation, pour l'approvisionnement en produits et matériel et éventuellement l'accès à l'information (éloignement des discussions, des débats au sein d'un groupement). La distance par rapport à la ferme la plus proche et la qualité des voies d'accès conditionnent également la possibilité d'emprunt de matériel agricole.

5.1 Pertinence des méthodes et des outils utilisés

➤ Au niveau de l'acquisition des données

Une **augmentation du nombre de sites** permettrait d'avoir un meilleur aperçu de la diversité des types d'élevage. En effet avec peu d'élevages suivis, nous n'étudions qu'un nombre restreint d'amplitudes dans les gestions. De plus dans ces grands élevages, il peut y avoir un aplanissement des phénomènes pour l'ensemble du fonctionnement de l'exploitation. Cependant les relevés botaniques mais surtout les suivis dans les élevages sont longs et fastidieux car il est indispensable d'avoir une fréquence assez élevée de suivis.

Cette étude pourra permettre de mieux cibler les différents relevés à effectuer, de mieux choisir les stations pour répondre aux objectifs, de trouver des indicateurs qui permettront une bonne adéquation entre temps de travail, main d'œuvre disponible et obtention des variables nécessaires à l'analyse dans un plus grand nombre de sites. Les variables choisies devront être faciles d'accès, avec peu de modalités, et devront être représentatives au mieux des phénomènes.

Pour les **dates d'acquisition**, nous avons choisi la même période pour tous les éleveurs : entre le 1^{er} décembre 1997 et la date de relevés botaniques (mai 1998). Il serait intéressant de faire une autre campagne complète de relevés botaniques à la fin du mois de juillet et de croiser les résultats avec les pratiques réalisées au cours de cette période plus grande. Cette durée correspond à la phase intense de production végétative. Ainsi nous aurions une idée de la demande en chargement par rapport à la productivité de biomasse pendant cette phase végétative. Il faudrait alors effectuer en parallèle des prélèvements (coupes) pour déterminer la vitesse de croissance et le volume fourrager produit ou bien réaliser des mesures de teneurs en N et P (Duru, Colomb *et al.*, 1993).

Dans cette analyse, le « **passé** » des parcelles n'apparaît pas or les résultats sont aussi fonction des pratiques antérieures. La date d'installation de la prairie, l'ancienneté de l'exploitation ont peut être de l'importance dans le choix des modes gestion et dans la réponse du couvert à certaines pratiques actuelles.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

➤ Au niveau du choix des hypothèses

▪ Hypothèse de l'absence de l'influence du milieu

Nous avons tout de même conservé des variables relatives au milieu d'origine qui semblaient, d'après l'étude de 1997, être de bons indicateurs des caractéristiques du milieu : savane et forêt. Ces variables ne ressortent pas comme étant des facteurs primordiaux pour l'évolution du couvert herbacé. Le milieu peut par contre imposer des pilotages différents (choix des graminées à planter, niveaux de fertilisation,...). On peut également supposer que sur certains terrains on a une amplification, une accélération du phénomène de dégradation.

▪ Choix de n'étudier que les pratiques d'exploitation

Seules les pratiques d'exploitation ont été retenues, cette restriction était peut être un peu trop forte et dans une prochaine analyse, l'**ajout de certaines variables** relatives à l'entretien des prairies (fertilisation, rotobroyage, désherbage,...) serait intéressant. En effet dans certaines parcelles, elles peuvent avoir une influence sur l'évolution du couvert herbacé.

➤ Au niveau du choix des variables

L'expression des variables de pratiques d'exploitation au travers d'une typologie des parcelles semble être adaptée pour ce type d'analyse. Bien que les choix des regroupements en types soient « subjectifs », ils permettent de mettre en avant les amplitudes dans la gestion des pâturages.

Cette classification pourrait être établie en séparant les différentes variables pour chaque parcelle :

- représentation qualitative des types de rotation (régulière, irrégulière, inexistante,...),
- qualification des amplitudes du niveau de chargement instantané,
- rythme des repousses et estimation de la biomasse produite pendant le temps de repousse.

Une analyse séparée pour chacune pourrait être menée afin de déterminer leur rôle propre sur la dynamique du couvert, avant de réaliser l'analyse globale avec toutes les variables. Cela pourrait permettre de confirmer la présence d'une régularité en charge sur une régularité-en temps de passage (rythmes de rotations réguliers).

Il serait également intéressant d'étudier le rapport entre la charge globale et un indicateur de croissance des plantes (biomasse fourragère offerte au bétail) afin de savoir s'il y a adéquation (croissance forte et charge forte ou croissance faible et charge faible) ou non (croissance forte et charge faible ou croissance faible et charge forte). Ces caractéristiques pourraient alors être traduites en un indicateur qualitatif avec plusieurs classes.

➤ Au niveau du traitement des données

Un des objectifs de ce programme est de passer de l'explicatif avec des statistiques descriptives au prévisionnel avec des statistiques inférentielles (modélisation). Mais ce type d'analyse est difficilement réalisable en milieu réel où aucun paramètre n'est contrôlé. Avec des plans d'expérience, certains paramètres sont fixés et seule l'influence de quelques variables bien définies (que l'on fait fluctuer) est alors étudiée.

5.2 Les nouvelles orientations de recherche

Les nouvelles optiques du programme de recherche du CIRAD-Emvt seront tournées tout d'abord vers un **volet agro-écologique** avec :

- des études sur les dynamiques des populations pour mieux comprendre le jeu de concurrences entre indésirables et fourragères. Elles seront réalisées d'une part sur des prairies « âgées » ayant des seed-banks importants et d'autre part sur des prairies en phase d'installation (sur des sites à seed-bank élevé).
- des études, sous ombrière, sur la phénologie et l'écologie des deux principales indésirables : cycle de vie, quantité de graines produites, % de germination,... (très peu de données actuellement).

L'ensemble de ces études permettra de définir à quel stade du cycle les interventions semblent les plus efficaces. Les sites expérimentaux seront installés sur des parcelles dans des élevages. Les opérations consisteront en des coupes (simulant la pâture) à différents rythmes et différents stades de développement (des adventices et des graminées).

L'accent sera également mis sur **l'étude des facteurs de gestion au niveau de l'exploitation** qui déterminent les possibilités de pilotage de l'exploitation afin de définir quelles sont les marges de manœuvre pour l'exploitant en fonction de ses ressources financières, en unités de travail, en termes de références techniques, de position sociale, de priorités personnelles, de volonté,... ? La connaissance de ces facteurs est primordiale pour comprendre le fonctionnement de l'exploitation, pour expliquer les choix réalisés et pour adapter les conseils techniques.

CONCLUSION GENERALE

La principale composante du système herbager de l'élevage bovin guyanais repose sur la prairie implantée. La plupart de ces prairies implantées présentent un niveau de dégradation préoccupant qui impose le plus souvent une reprise complète des parcelles. Cependant certains pâturages se maintiennent en état pendant plusieurs années.

D'après les résultats de l'étude précédente (Huguenin, 1997), nous avons fait l'hypothèse que l'incidence des pratiques d'exploitation des prairies était plus forte que celles d'entretien sur l'évolution du couvert herbacé fourrager ; les variables du milieu ne jouant qu'un rôle secondaire.

Quels que soient les variables choisies comme indicateurs du mode de gestion des pâturages, **l'importance du choix de l'espèce à planter** est mise en avant. Des espèces comme *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* ou *Digitaria swazilandensis* sont très souvent associées à des prairies dégradées. La dégradation des prairies s'exprime majoritairement au travers de deux indésirables : *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata*.

De l'analyse statistique descriptive, il ressort en outre qu'**une régularité du niveau de charge semble prévaloir sur une régularité dans le rythme de passage des animaux pour l'obtention de prairies saines**. Le pâturage permanent, avec un niveau de charge régulier, sur prairies à *Brachiaria humidicola*, n'apparaît pas ici comme un mode d'exploitation à risque. Il serait intéressant de le tester pour la gestion des pâturages car il implique des simplifications dans la gestion du temps et du travail. Le niveau de charge globale et instantanée joue également sur le maintien du couvert herbacé : du sous-pâturage ou du sur-pâturage avec un couvert qui laisse du sol nu après le passage des animaux semble augmenter les risques de dégradation des prairies.

L'analyse des données, grâce à l'outil cartographique, permet de relier ces résultats aux contraintes d'exploitation en terme de taille et disposition des parcelles ainsi qu'aux logiques d'organisation et de gestion (parcelles de proximité,...). Les parcelles les plus dégradées sont celles les plus éloignées des bâtiments d'exploitation ou bien les plus difficiles d'accès. Le problème de l'adduction d'eau pendant la saison sèche conditionne également certaines stratégies de gestion. Ainsi, de l'échelle de la station et de la parcelle, nous sommes passés à l'échelle de l'exploitation qui représente le niveau de décision des pratiques.

Le regroupement des modes d'exploitation de chaque parcelle dans une typologie a permis, après analyse, de réaliser une certaine hiérarchisation de chacun des types dans une échelle de risques.

L'association du traitement statistique avec le logiciel ADE 4 et de l'analyse spatiale des données par cartographie s'est avérée très efficace en termes d'interprétation des données et de divulgation des résultats aux acteurs de la filière.

Ces résultats seront utiles pour mieux cibler les futures stations à étudier, échantillon présentant la plus grande variabilité possible. La typologie des modes d'exploitation pourra être affinée et il serait intéressant de compléter la base de données avec certaines variables relatives notamment à l'entretien des parcelles. Pour approfondir ces résultats, une étude parallèle sera menée concernant le cycle de développement des principales indésirables ainsi que les effets directs (piétinement...) ou indirects (modification de la structure du couvert...) de la pâture à chaque stade de leur développement. Cette approche permettra de déterminer les périodes les plus propices (correspondant à un stade de développement des indésirables) afin d'optimiser les effets des traitements et des pâtures pour le maintien des prairies.

BIBLIOGRAPHIE

ACTA (Association de Coordination Technique Agricole), 1995. « Index phytosanitaire 1995 », 31^{ème} édition, réalisation Sophie Cluzeau, Paris, 563 p.

Autodesk, 1997. « Autocad Map tome 2- Manuel d'utilisation », édition de juin 1997.

Arnaud R., Nobile F., Bouraly J., Grimaldi M., 1976. « Programme de développement de l'élevage bovin sur la zone côtière de la Guyane française - Rapport de synthèse ». Paris, SCET International, DDA-Guyane, Commissions des Communautés Européennes, 161 p.

Baran E., 1998. « Rapport d'analyse de données sur le couvert végétal des prairies de Guyane ». Kourou, juillet 1998, Laboratoire d'Ecologie - Université Lyon-1, 20 p.

Barbier M-F., Andrieux P., 1985. « Gestion d'un pâturage dégradé : comportement d'un troupeau de zébus et essai d'amélioration » p. 85-103 in actes du colloque « Système d'élevage herbager en milieu équatorial ». Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.

Béreau M., 1995. « L'herbe en Guyane » p. 163-176 in « L'élevage bovin en Guyane ». Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.

Béreau M., Boulet R., Lucas Y., 1984. « Pérennité des prairies à *Digitaria swazilandensis* en Guyane » p. 219-231 in « Prairies guyanaises et élevage bovin ». Actes de la réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne – Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n° 24).

Béreau M., Ingrand S., Martin P., Lemaire G., 1992. « Caractérisation des principales variables d'état de couvert de *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle Schweick) pâturés en continu par des zébus en Guyane française ». Revue d'élevage et médecine vétérinaire des pays tropicaux, 45 (3-4) : p. 357-366.

Béreau M., Planquette P., 1991. « Adventices de la prairie guyanaise ». Cayenne, INRA, Chambre d'agriculture de Guyane, ANDA, 30 p.

Blancaneaux P., 1981. « Essai sur le milieu naturel de la Guyane française ». Paris, ORSTOM, 126 p.

Cabidoche Y.M., 1984. « Une approche cartographique du fonctionnement des sols de Guyane comme support des productions fourragères » p. 127-163 in « Prairies guyanaises et élevage bovin ». Actes de la réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne – Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n° 24).

Daget Ph., Godron M., 1995. « Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés ». Hatier / Aupelf-Uref, 510 p.

Daget Ph., Poissonet J., 1971. « Une méthode d'analyse phytologique des prairies - Critères d'application ». Ann. Agron., 1971, 22 (I), p. 5-41.

Daget Ph., Poissonet J., 1972. « Salissement et dégradation des prairies artificielles et des prairies temporaires ». Revue fourrages, n°50, juin 1972, p. 97-107.

Darré J-P., 1996. « L'invention des pratiques dans l'agriculture ; vulgarisation et production locale de connaissance ». Paris, éd. Karthala, CNRS, 194 p.

De Bonneval L., 1993. « Systèmes agraires – systèmes de production (systèmes de culture, systèmes d'élevage ; fonctionnement des exploitations) ». Paris, INRA, 285 p.

Dedieu B., 1985. «Elevages bovins-viande en Guyane : premiers résultats des suivis techniques et essais de typologie. ». p. 23-40 *in* actes du colloque « Système d'élevage herbager en milieu équatorial ». Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.

Dedieu B., Lebouteiller V., Rannou Th., Leroux Ph., 1995. « L'élevage bovin viande «Plan Vert» » p. 185-202 *in* « L'élevage bovin en Guyane ». Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.

Dervin C., 1990. «Comment interpréter les résultats d'une AFC ? ». INRA, INA-PG. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, mars 1990, 70 p.

Direction de l'Agriculture et de la Forêt (D.A.F.) - Guyane, 1991. « Cartographie numérique en Guyane – Aménagement de l'espace et de l'agriculture ». Cayenne, D.A.F. de Guyane, 20 p.

Direction de l'Agriculture et de la Forêt (D.A.F.) - Guyane, 1996. « L'agriculture en Guyane 1993/1996 ». Cayenne, D.A.F. de Guyane, *Agreste*, 20 p.

Ducrey M., Guehl J.M., 1990. « Fonctionnement hydrique de l'écosystème forestier. Flux et bilans au niveau du couvert et dans le sol. Influences du défrichement » p. 103-136 *in* « Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais (opération Ecerex) ». INRA, CTFT, 1990, 273 p.

Duru M., Gibon A., Osty P-L., 1988. « Pour une approche renouvelée du système fourrager ». *in* « Pour une agriculture diversifiée ». Paris, éd. Sc. M. Jolivet, L'Harmattan, p. 35-48.

Duru M., Colomb B., Cransac Y., Fardeau J-C., Julien J-L., Rozière M., 1993. «Pédoclimat, fertilisation et croissance des prairies permanentes au printemps. I_Variabilité de la nutrition minérale ». *Revue fourrages*, n°133, p. 23-42.

Frontier S., 1983. « Stratégies d'échantillonnage en écologie ». Collection d'écologie n°17, Masson/Les presses de l'université Laval, 494 p.

Granger S., Balent G., 1994. « Intégration de méthodes et outils analytiques dans une démarche recherche-système. Application à la prairie permanente ». *In* « Recherches-système en agriculture et développement rural » Symposium international, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Cirad-sar, Montpellier, p. 110-113.

Henry A., 1989. « La Guyane son histoire 1604-1946 » 3^{ème} édition. Cayenne, Guyane presse diffusion, 260 p.

Hill M.O., Smith A.J.E., 1976. «Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters ». *Taxon*.25, p. 249-255.

Hook J., 1971. « Les savanes guyanaïses ». Kourou, Essai de phytoécologie numérique. Mem. ORSTOM n°44, Paris.

Huguenin J., Lhoste F., Jean-Baptiste K., Carut L., Dorvaux F., Bigot A., Bourlier F., Carité Ch., Bergère H., 1996. « Programme de suivis et d'appuis techniques du Cirad-Emvt auprès du SEBOG : Etat d'avancement au deuxième semestre 1995, situation du groupement en 1995, évolution du groupement 1993-1996 ». Kourou, Cirad-Emvt, SEBOG, ODEADOM, 110 p.

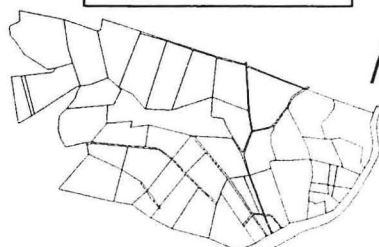
Huguenin J., 1997. « Incidences des pratiques agricoles et des caractéristiques du milieu sur l'état des prairies guyanaïses : facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du couvert herbacé fourrager implanté. ». Mémoire de DEA ETES, Kourou, septembre 1997, Cirad-Emvt, 131 p.

- Josien E., Dedieu B., Chassaing C., 1994.** «Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin Limousin ». *Revue fourrages*, n°138, juin 1994, p. 115-134.
- Letenneur L., Matheron G., 1991.** «Etude sectorielle : la filière bovine en Guyane française ». Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, ODEADOM, 126 p.
- Philippeau G., 1986.** «Comment interpréter les résultats d'une ACP ? ». Service des Etudes Statistiques. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, novembre 1986, 64 p.
- Plagnet M.A., 1998.** « Incidences des pratiques agricoles et des caractéristiques du milieu sur l'état des prairies ». Rapport de stage de magistère d'économiste statisticien, Kourou, août 1998, Cirad-Emvt, 132 p.
- Roche M.A., 1990.** « Hydrologie et érosion de l'écosystème forestier guyanais - Etude du milieu naturel » p. 47-64 in « Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais (opération Ecerex) ». INRA, CTFT, 1990, 273 p.
- SEBOG, 1993.** «Demande d'agrément ministériel « Groupement de producteurs reconnu » ». Macouria, SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane), 73 p.
- Silvain J.F., 1984.** « Premières observations sur l'écologie de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) et *Mocis latipes* (Guénée), noctuelles déprédatrices des graminées fourragères en Guyane française » p. 243-272 in « Prairies guyanaises et élevage bovin ». Actes de la réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne – Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n° 24).
- Thioulouse J., Chessel D., Doledec S., Olivier J.M., 1997.** «Documentation thématique de ADE 4 ». CNRS, Université Lyon 1, juillet 1997.
- Thomassin M.R., 1959.** « L'élevage en Guyane ». Paris, BAFOG, 1959, 191 p.
- Vissac B., Vivier M., Matheron G. Gachet J-P., Dedieu B., 1995.** « Maîtrise du Plan vert et conséquences » p. 241-263 in « L'élevage bovin en Guyane ». Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Vivier M., Coppry O., 1984.** « Les productions fourragères en Guyane française : premiers résultats. » p. 167-185 in « Prairies guyanaises et élevage bovin ». Actes de la réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne – Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n° 24).
- Vivier M., Coppry O., Béreau M., 1985.** « Incidence du niveau de chargement sur la composition floristique et la production des prairies pâturées par des zébus Brahman en Guyane française » p. 41-62 in actes du colloque « Système d'élevage herbager en milieu équatorial », Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.
- Vivier M., 1984.** « Réflexions autour des tentatives de mise en valeur agricole de la Guyane française. » p. 71-89 in « Prairies guyanaises et élevage bovin ». Actes de la réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne – Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n° 24).
- Vivier M., 1995.** « La tentation technocratique : le « Plan vert », 1975-1986 » p. 15-34 in « L'élevage bovin en Guyane ». Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.

LISTE DES ANNEXES

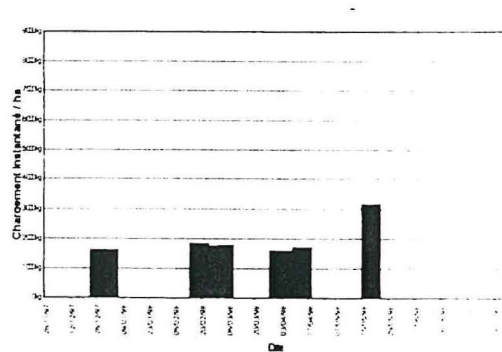
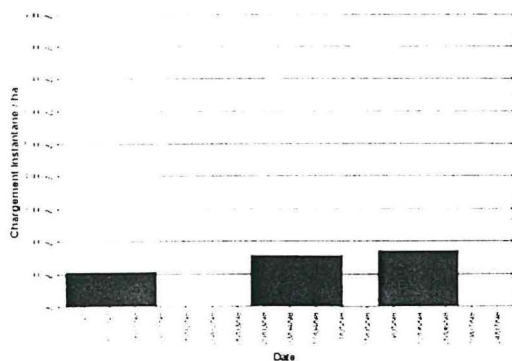
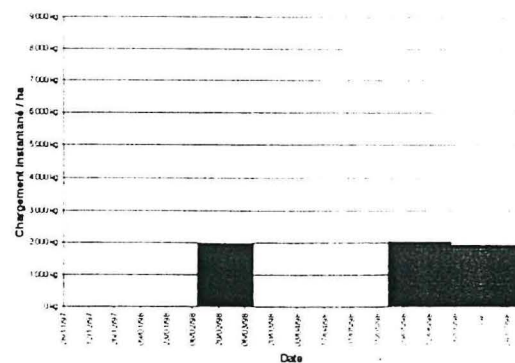
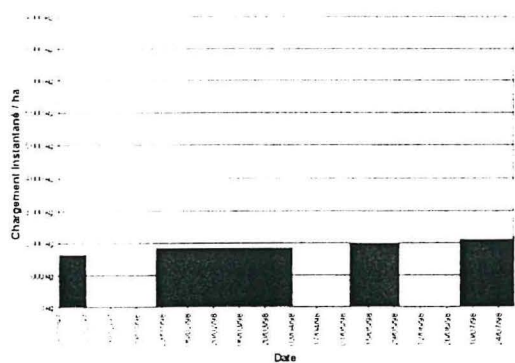
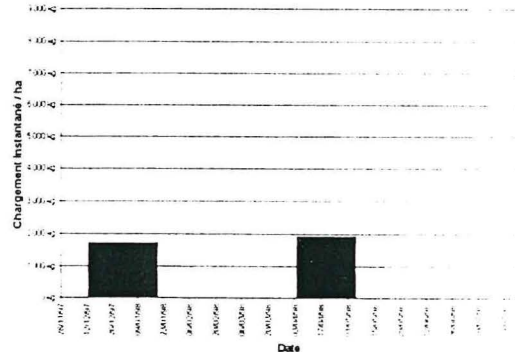
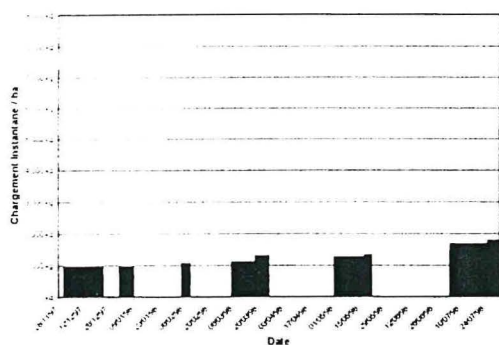
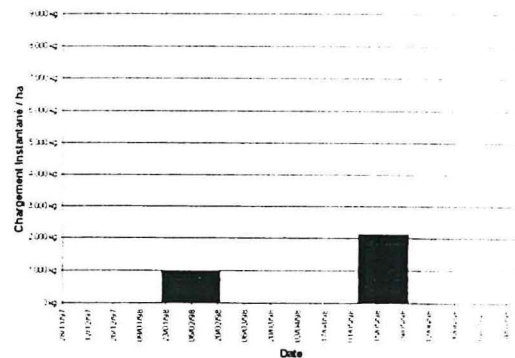
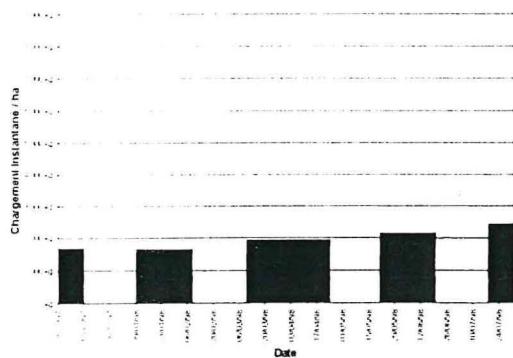
Annexe 1 : Localisation des exploitations étudiées.	p.49
Annexe 2 : Regroupement de toutes les stations dans la typologie.	p.50
Annexe 3 : Base de données complète.	p.64
- Annexe 3.A. : Base de données botaniques.	p.66
- Annexe 3.B. : Autres variables.	p.68
Annexe 4 : Matrice de corrélation des variables botaniques.	p.70
Annexe 5 : ACP des variables quantitatives à expliquer (continues), AFCM des variables explicatives qualitatives (discrètes).	p.72
Annexe 6 : Contribution des facteurs aux variables pour l'analyse avec toutes les variables.	p.73
Annexe 7 : Matrice de corrélation des variables retenues (quantitatives).	p.74
Annexe 8 : Contribution des facteurs aux variables pour l'analyse simplifiée.	p.75

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES EXPLOITATIONS ETUDIEES

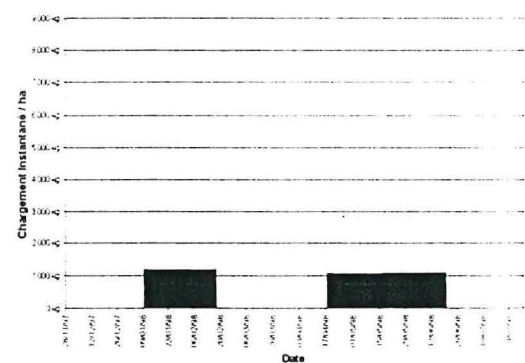
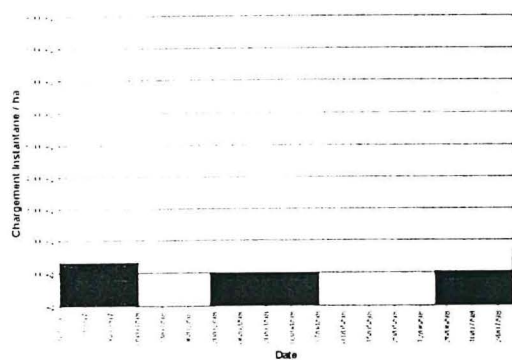
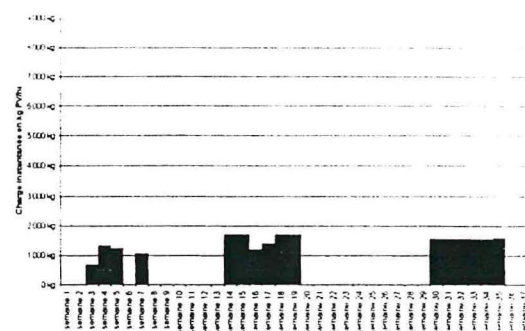
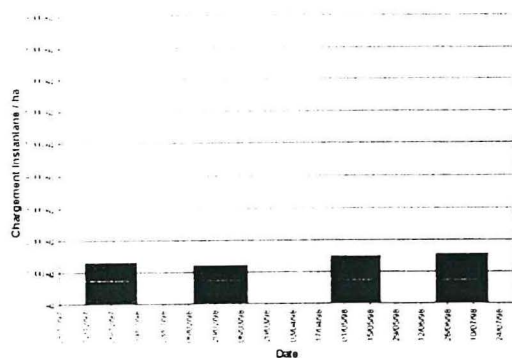


ANNEXE 2 : REGROUPEMENT DE TOUTES LES STATIONS DANS LA TYPOLOGIE

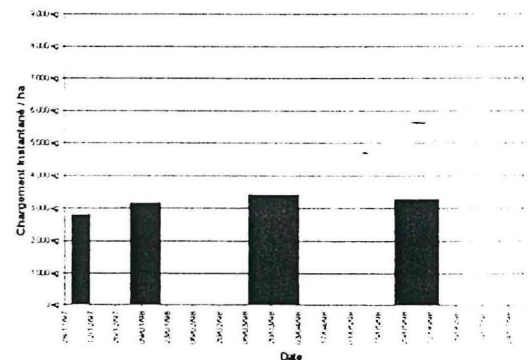
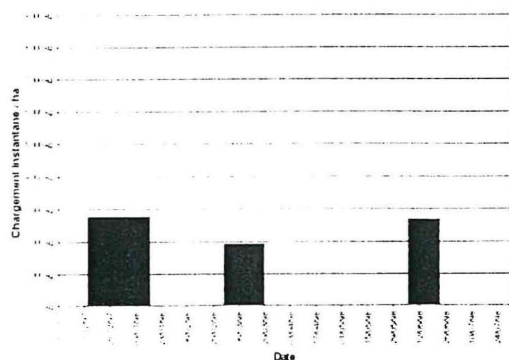
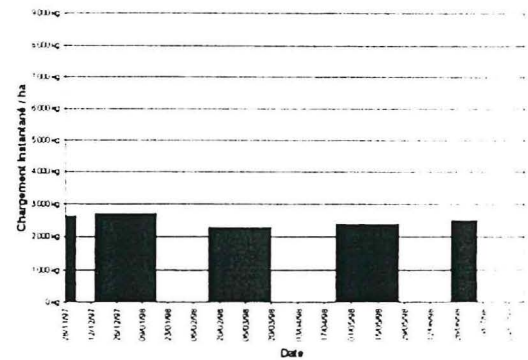
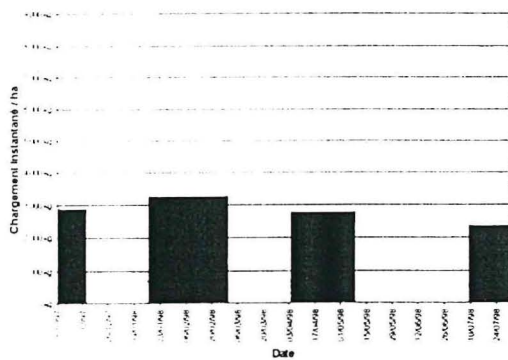
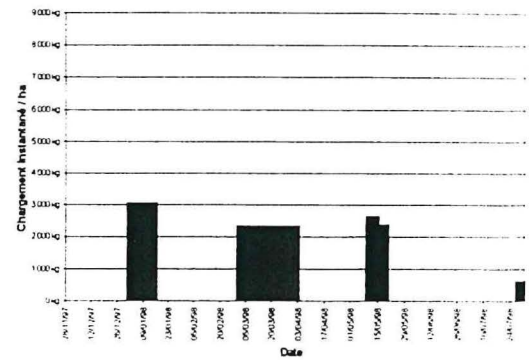
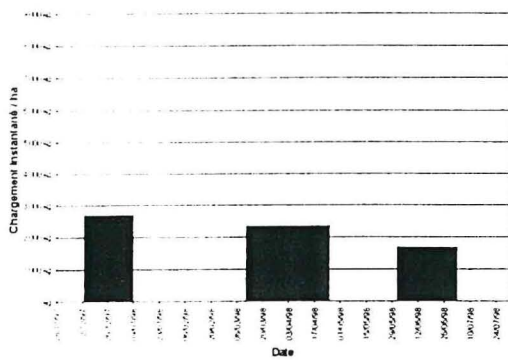
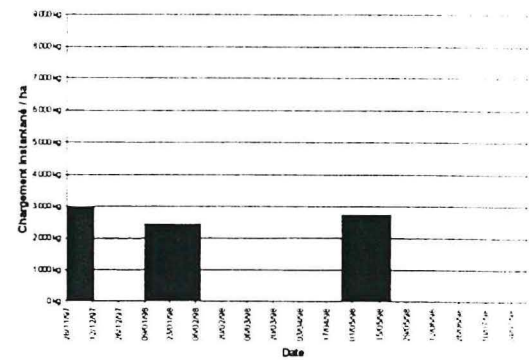
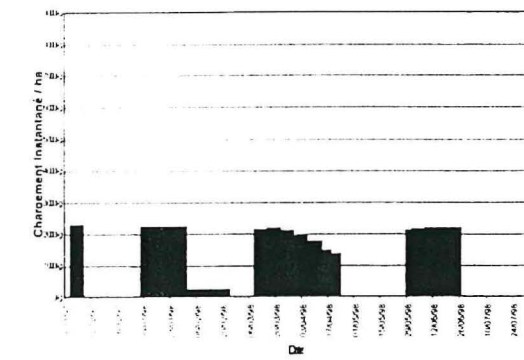
TYPE 1



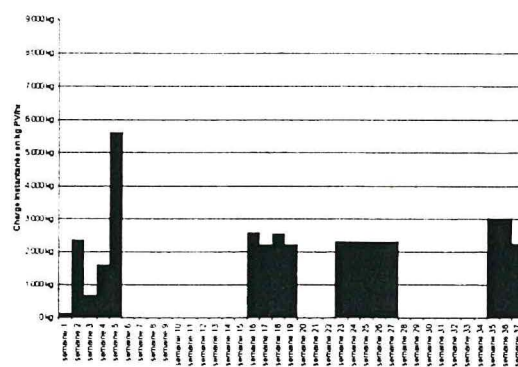
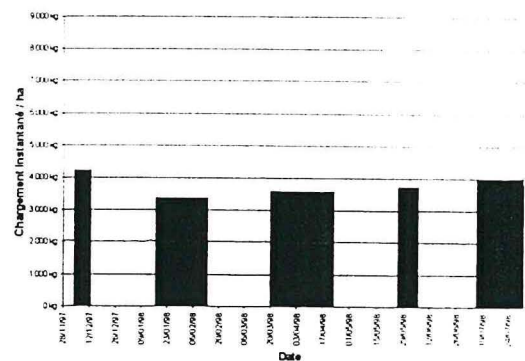
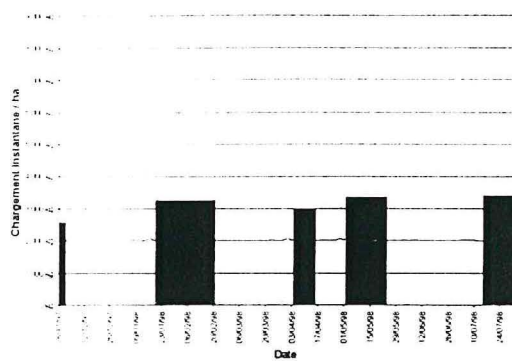
TYPE 1



TYPE 2

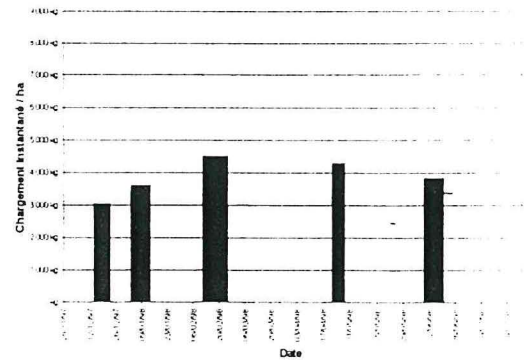
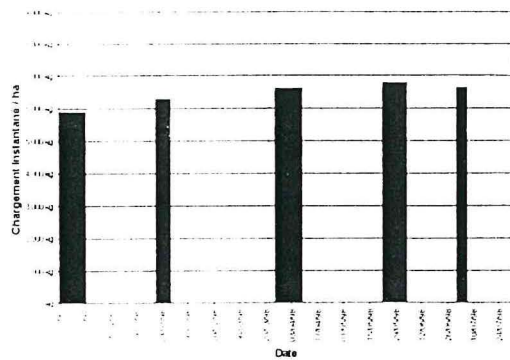
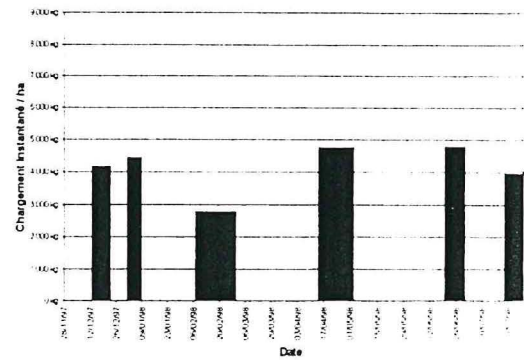
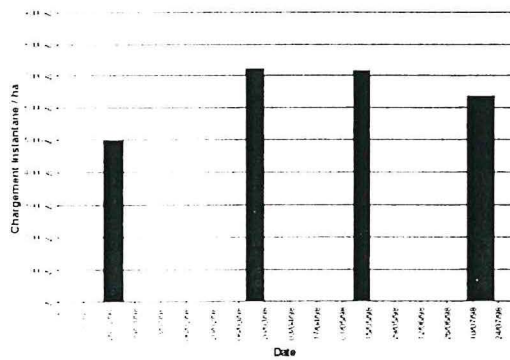
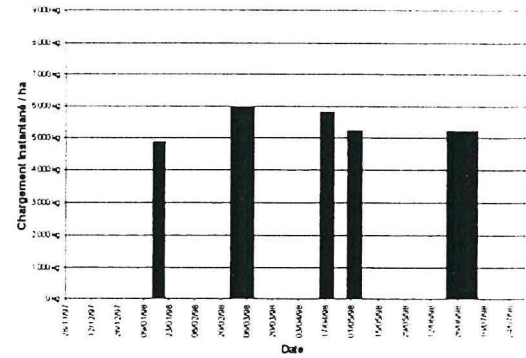
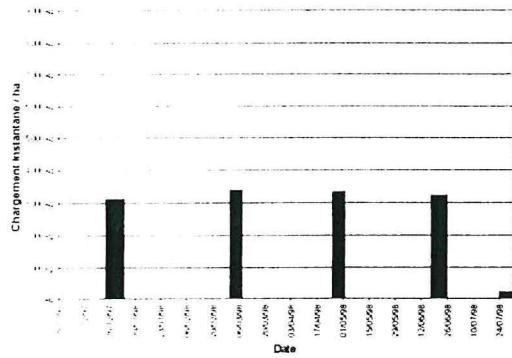
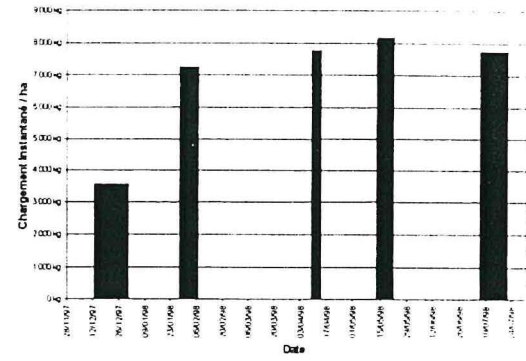
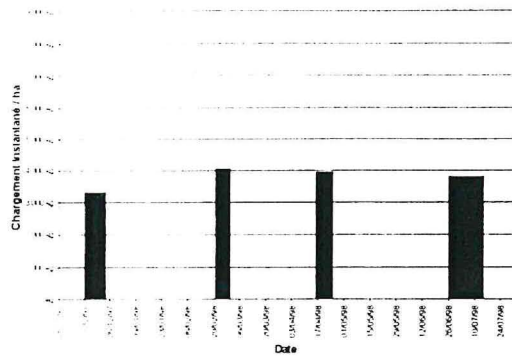


TYPE 2

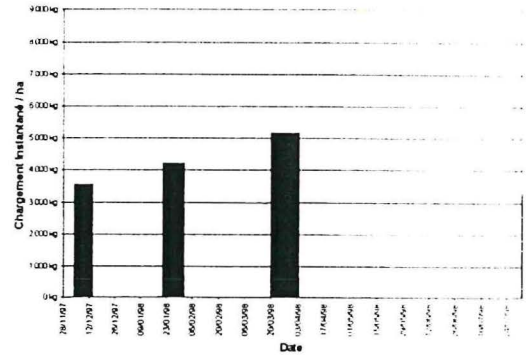
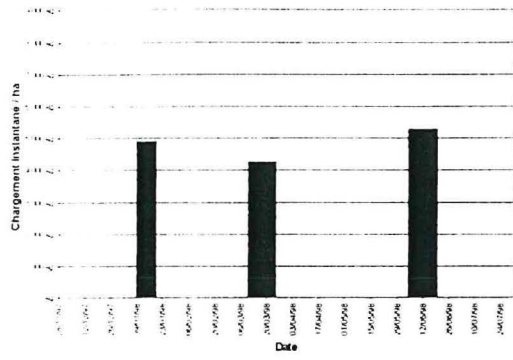


CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

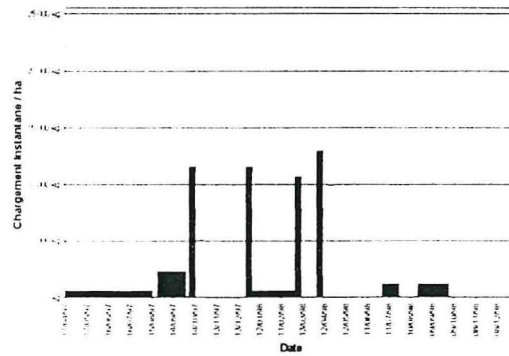
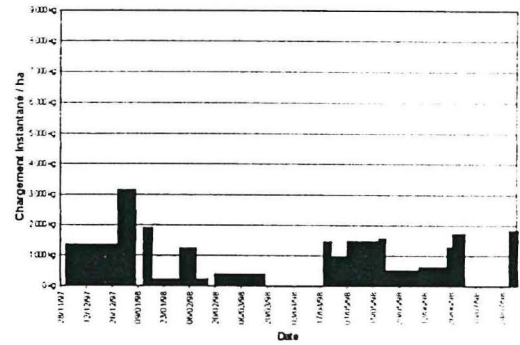
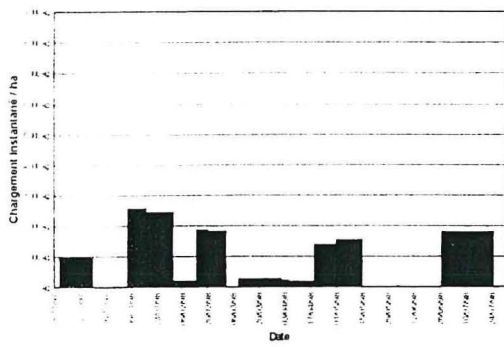
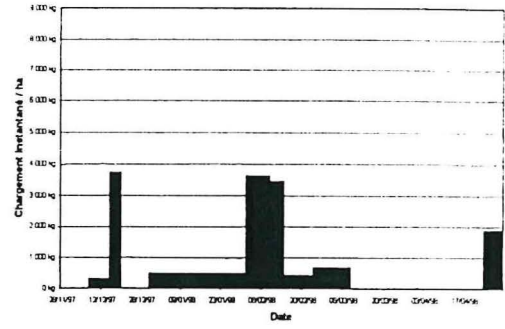
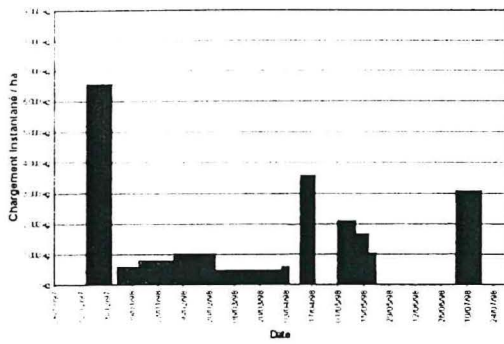
TYPE 3



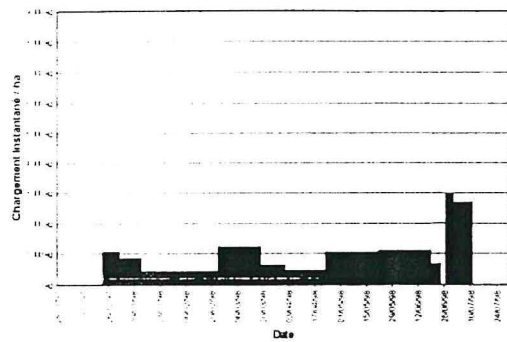
TYPE 3



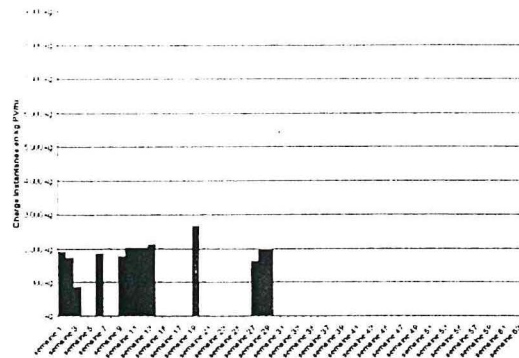
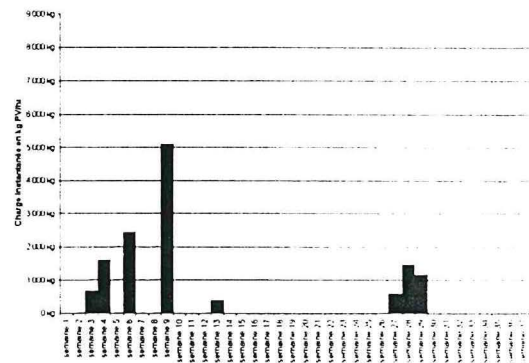
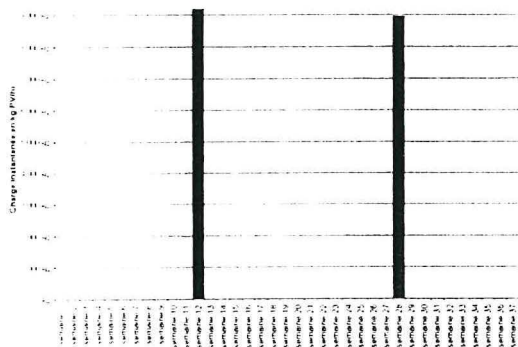
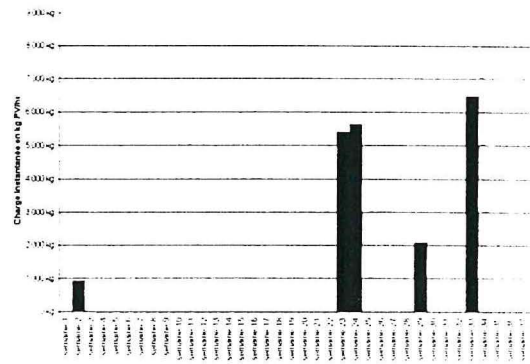
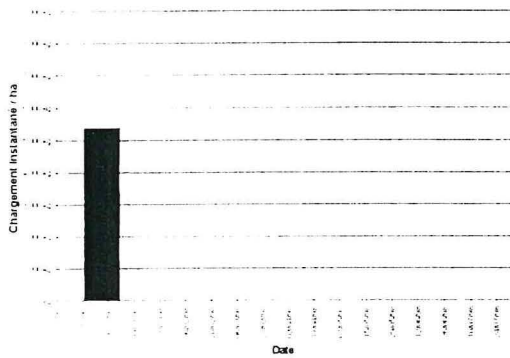
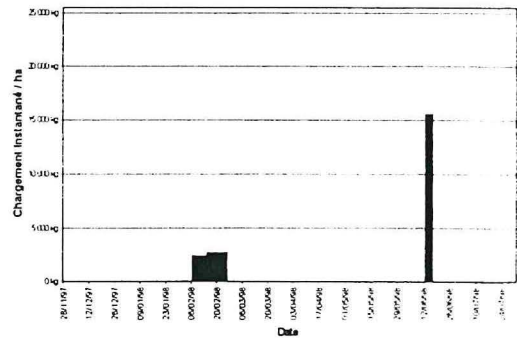
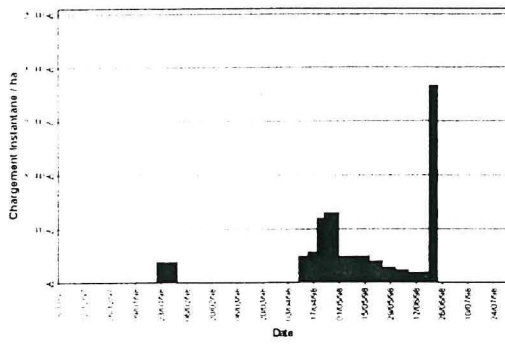
TYPE 4



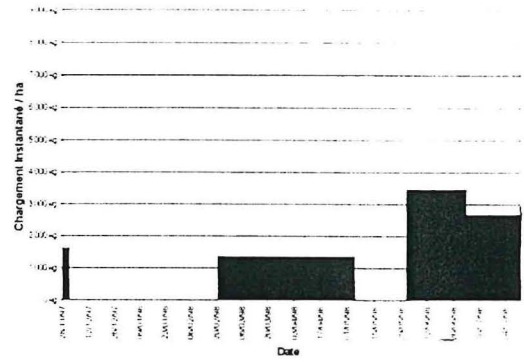
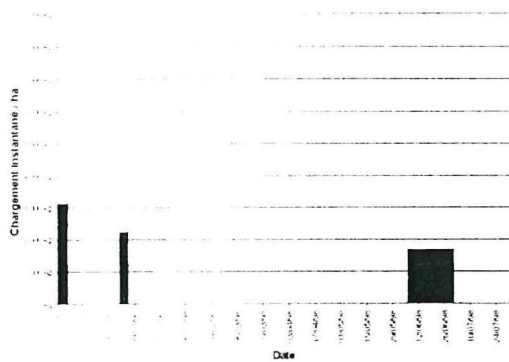
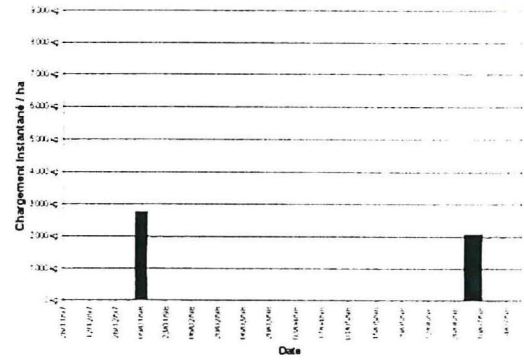
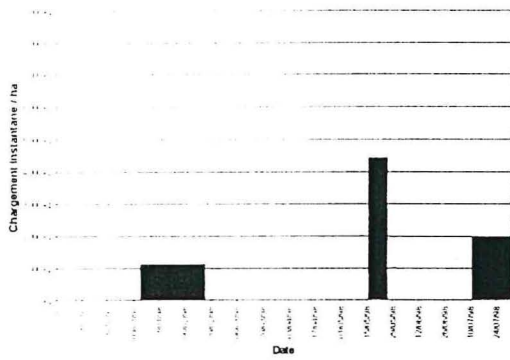
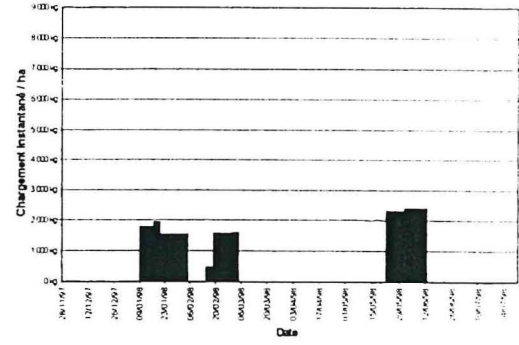
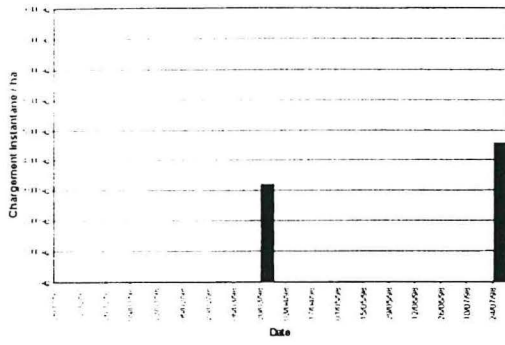
TYPE 5



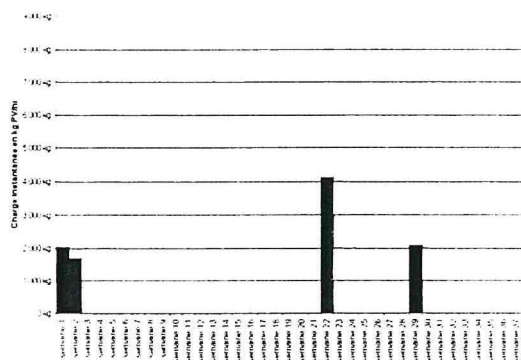
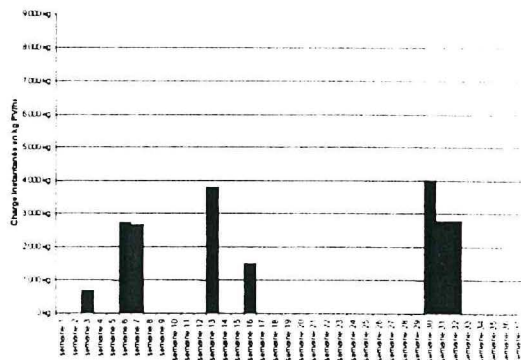
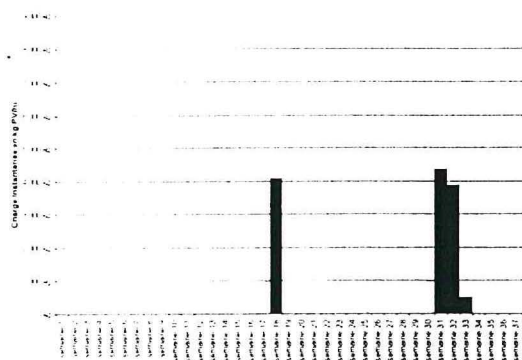
TYPE 6



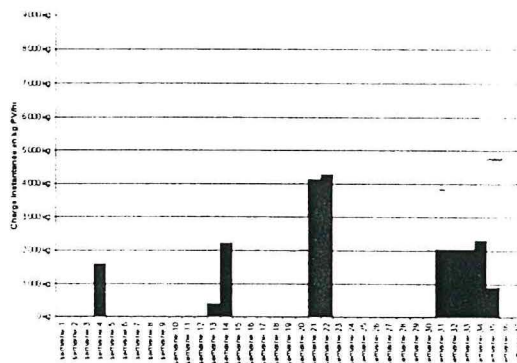
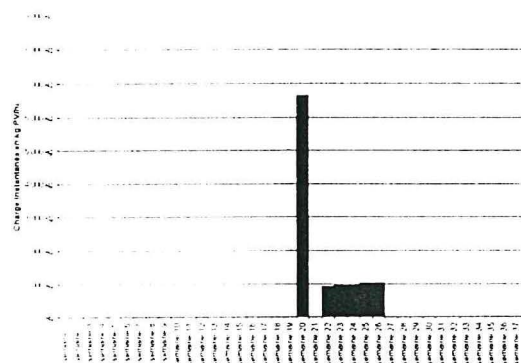
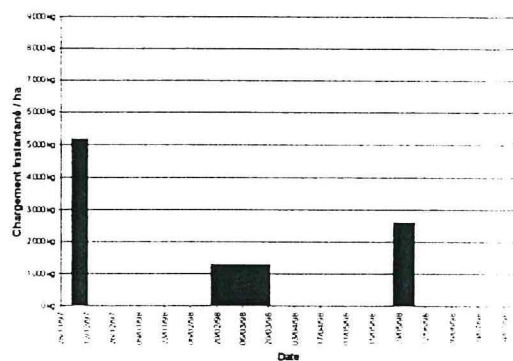
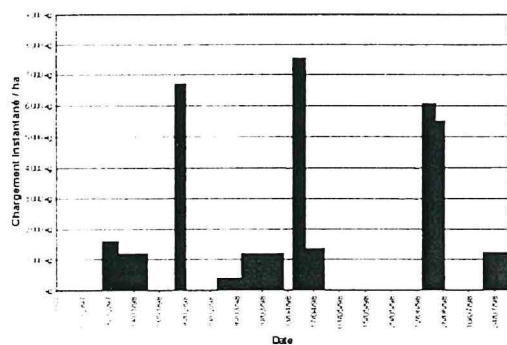
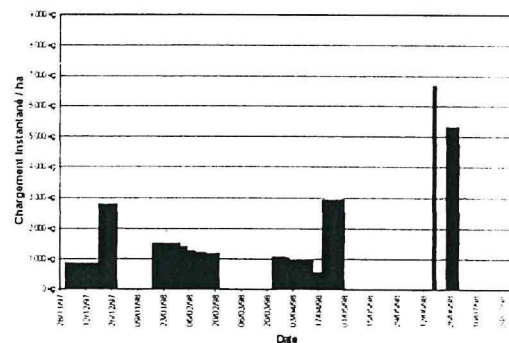
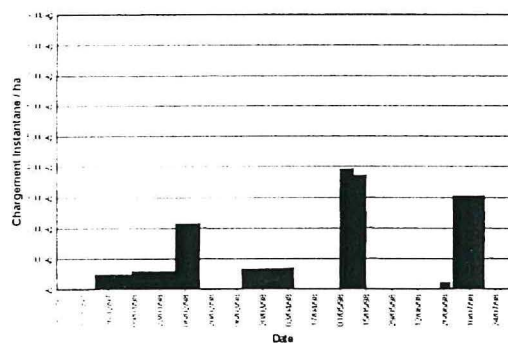
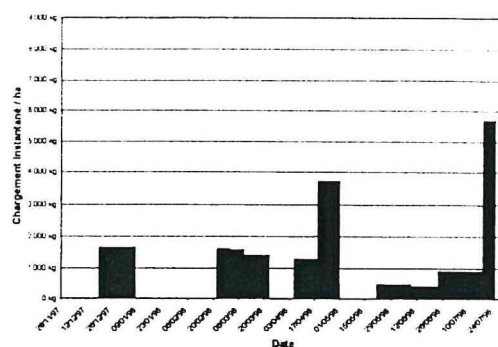
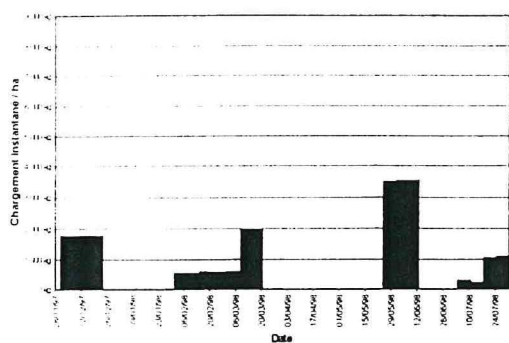
TYPE 7



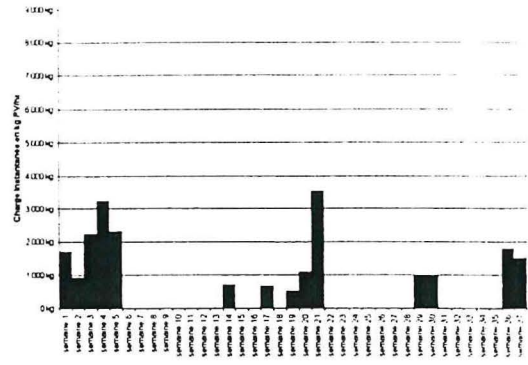
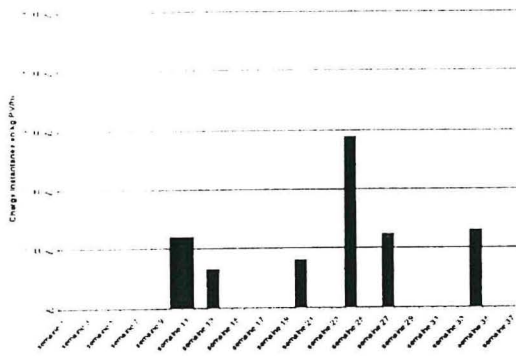
TYPE 7



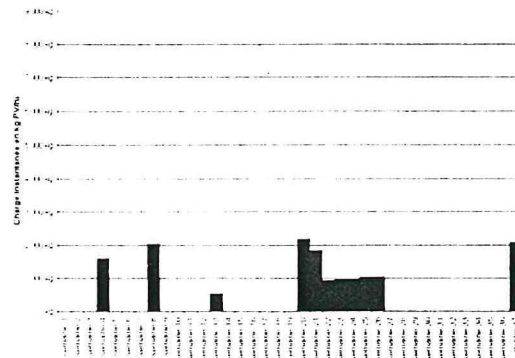
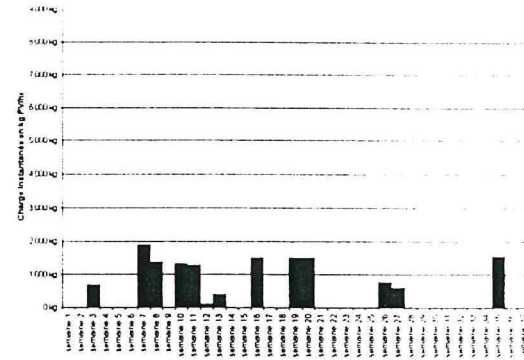
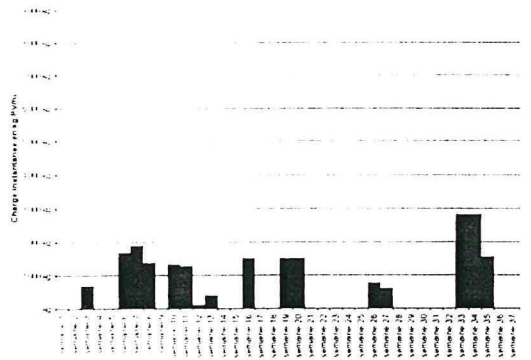
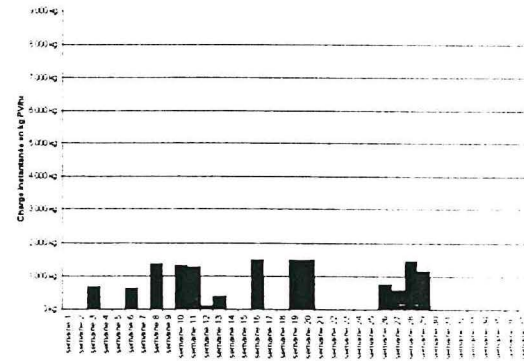
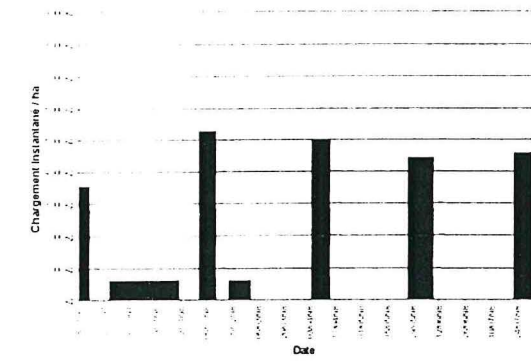
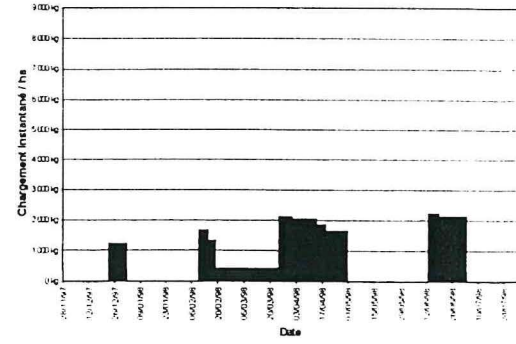
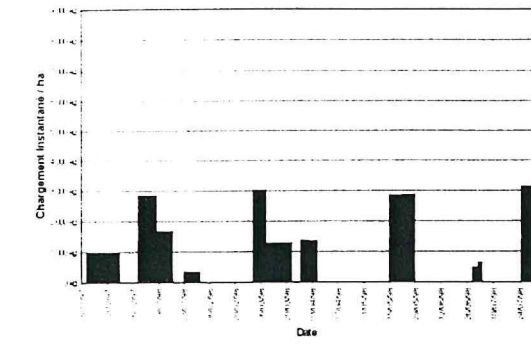
TYPE 8



TYPE 8



TYPE 9



ANNEXE 3 : BASE DE DONNEES COMPLETE

ANNEXE 3.A. : BASE DE DONNEES BOTANIQUES

Variables botaniques :

Code	Nom	Groupe	Code	Nom	Groupe
Bh	Brachiaria humidicola	GF	Axp	Axonopus purusii	Ad
Bd	Brachiaria decumbens	GF	Ax	Axonopus sp.	Ad
Ds	Digitaria swazilandensis	GF	Spo	Sporobolus sp.	Ad
Bu	Brachiaria sp. USDA	GF	Pl	Panicum laxum	Ad
Bb	Brachiaria brizantha	GF	Rf	Rlolandra fructifosa	Ad
Bt	Brachiaria sp. tanner	GF	Sc	Senecioides cinera	Ad
Br	Brachiaria ruziziensis	GF	Lo	Ludwiga octovalis	Ad
It	Ischaemun timorens	GF	Ih	Indigofera hirsuta	Ad
Do	Desmodium ovalifolium	LF	Ha	Hyptis atrorubens	Ad
Cr	Cassai rotundifolia	LF	Ch	Croton hirtus	Ad
Sh	Stylosanthes hamata	LF	Phy	Phyllanthus sp.	Ad
Cm	Calopogonium mucunoides	LF	Sd	Scoparia dulcis	Ad
Aa	Aeschynomene americana	LF	Si	Sida sp.	Ad
Db	Desmodium barbatum	N	Et	Euphorbia thymifolia	Ad
Da	Desmodium canum	N	Ac	Asclepia curassavica	Ad
Dc	Desmodium adscendens	N	As	Amaranthus spinosus	Ad
D.sp	Desmodium sp.	N	Mc	Marsypianthes chamaedrys	Ad
Pc	Paspalum conjugatum	N	Cb	Caladium bicolor	Ad
Mp	Mimosa pudica	I	Ei	Eleusine indica	Ad
Sv	Spermacoce verticillata	I	Lc	Lindernia crustacea	Ad
Cc	Cyperus compressus	Cy	Mpi	Pimosa pigra	Ad
Csu	Cyperus surinamensis	Cy	Sl	Spermacoce latifolia	Ad
Csa	Cyperus sphacelatus	Cy	Cp	Cipura paludosa	Ad
Ma	Mariscus sp.	Cy	Mci	Miconia ciliata	Ad
Ky	Kyllinga sp.	Cy	Mv	Melochia villosa	Ad
Cl	Cyperus luzulae	Cy	So	Solanum sp.	Ad
Bul	Bulbostylis sp.	Cy	Ind	indéterminées	Ad
C.sp	Cyperaceae indéterminées	Cy	Sn	sol nu	Sol

GF : graminées fourragères
 LF : légumineuses fourragères
 N : plantes neutres

I : Adventices indésirables
 Cy : Cypéracées
 Ad : adventices

CIRAD-Dist
 UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
 Baillarguet

Annexe 3.A : Base botanique 1998

[illegible]

Annexe 3.A : Base botanique 1998

Stations	Bp	P6	D4	Bu	Fb1	Fb2	Fb3	Fb4	Cr	Sh	Cp	Aa	Db	Da	Dc	D.sp	Pc	Gc	Csu	Csa	Ky	Cl	Bul	C.p	Axp	Ax	Pl	Rf	In	Ha	Ch	Sd	Er	Ac	As	Mc	Cb	Ei	Lc	Mpi	Sl	Op	Me	Mv	Sr	Ind	Sol	Sta	dégradation			
FB17W.1	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,034
FB17W.2	34	78	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,076
FB17E.1	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,317
FB17E.2	26	39	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	9	25	36	2	0	3	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,358
FB17.1	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	43	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,331
FB8.1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,057
FB8.2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,194
FB10.1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,020
FB27.1	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	26	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,286
FB2.1	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,463
FB2.2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,485
MP2.1	12	8	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025
MP3.1	0	0	2	0	90	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,019
MP7.1	100	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,150
MP7.2	94	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,099
MP8.1	0	0	0	0	97	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,437
MP9.1	45	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	90	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,579
MP10.1	95	0	0	0	8	0	22	0	0	0	7	0	0	0	0	2	0	77	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,412
MP11.1	98	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	51	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,478
MP24.1	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,038
MP25.1	98	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010
FB22.1	9	57	0	0	0	0	0	12	0	0	0	11	0	0	0	1	0	93	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,550
FB22.2	0	93	0	0	0	8	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,449
FB22.3	13	81	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	80	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,469
FB22.4	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,466
FB23.1	21	43	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	59	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,551
FB23.2	0	54	8	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	75	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,459
FB24.1	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,500
FB24.2	10	88	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,526
FB1.1	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,466
FB1.2	2	95	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,419
FB2.3	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,439
FB3.1	0	77	14	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,344
FB5.1	95	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,079
FB6.1	0	1	18	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,713
FB15.1	0	48	18	24	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,124
FB26.1	26	36	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0																																							

ANNEXE 3.B. : AUTRES VARIABLES

		EXP	EXP	EXP	EXP	AEX?	AEX?
	Stations	ChG	Taux p�t	ChI	Origine	d� dégrad.	saliss.
1	CBP1.1	786	59,52	1	1	0,000	0
2	CBP1.2	786	59,52	1	1	0,000	1
3	CBP1.3	786	59,52	1	1	0,000	0
4	CBP2.1	892	70,24	5	1	0,043	9
5	CBP2.2	892	70,24	5	1	0,000	3
6	CBP2.3	892	70,24	5	1	0,005	4
7	CBP2.4	892	70,24	5	1	0,000	2
8	CBP3.1	602	44,05	7	1	0,008	1
9	CBP3.2	602	44,05	7	1	0,006	1
10	CBP3.3	602	44,05	7	1	0,000	1
11	CBP3.4	602	44,05	7	1	0,006	3
12	CBP4.1	744	41,07	1	1	0,006	2
13	CBP4.2	744	41,07	1	1	0,000	6
14	CBP4.3	744	41,07	1	1	0,000	3
15	CBP4.4	744	41,07	1	1	0,014	6
16	CBP5.1	1083	58,93	1	1	0,000	2
17	CBP5.2	1083	58,93	1	1	0,016	4
18	CBP5.3	1083	58,93	1	1	0,035	1
19	CBK1.1	929	51,79	1	1	0,000	2
20	CBK1.2	929	51,79	1	1	0,009	2
21	CBK1.3	929	51,79	1	1	0,000	0
22	CBK11.1	1058	42,86	2	1	0,019	6
23	CBK11.2	1058	42,86	2	1	0,000	3
24	CBK11.3	1058	42,86	2	1	0,000	3
25	CBK2.1	1037	39,29	2	1	0,000	4
26	CBK2.2	1037	39,29	2	1	0,000	4
27	CBK3.1	350	17,86	1	1	0,128	7
28	CBK3.2	350	17,86	1	1	0,000	4
29	CBK3.3	350	17,86	1	1	0,015	4
30	CBT1.1	453	60,12	5	1	0,000	14
31	CBT2.1	335	81,55	5	1	0,005	4
32	SBS3.1	851	36,31	2	1	0,140	8
33	SBS3.2	851	36,31	2	1	0,008	3
34	SBS3.3	851	36,31	2	1	0,011	2
35	SBS1.1	1039	32,14	2	1	0,024	11
36	SBS1.2	1039	32,14	2	1	0,005	10
37	SBS1.3	1039	32,14	2	1	0,015	7
38	SBS2.1	644	48,21	1	1	0,024	10
39	SBS2.2	644	48,21	1	1	0,000	1
40	SBA1.1	641	17,26	3	1	0,052	5
41	SBA1.2	641	17,26	3	1	0,093	5
42	SBA1.3	641	17,26	3	1	0,067	5
43	SBA4.1	2103	51,19	4	2	0,010	1
44	SBA2.1	468	14,29	3	2	0,224	5
45	SBA2.2	468	14,29	3	2	0,000	4
46	SBA2.3	468	14,29	3	2	0,026	5
47	SBA6.1	1363	35,12	3	2	0,096	6
48	SBA7.1	701	15,48	3	2	0,096	15
49	SBA7.2	701	15,48	3	2	0,013	12
50	SBA8.1	1312	20,83	3	2	0,000	6
51	SBB1.1	1140	17,86	3	2	0,633	10
52	SBB2.1	957	24,40	3	2	0,000	9
53	SBB2.2	957	24,40	3	2	0,007	7
54	SBB3.1	945	21,43	3	2	0,012	6
55	SBA9.1	1047	22,62	3	2	0,000	3
56	SBE1.1	1637	54,17	2	2	0,068	10
57	SBE2.1	609	11,31	6	2	0,089	6
58	SBE3.1	524	24,40	8	2	0,243	10
59	SBE4.1	123	4,76	7	2	0,212	11
60	SBE5.1	234	22,02	7	2	0,000	2
61	SBE5.2	234	22,02	7	2	0,787	9
62	SBE6.1	115	4,17	7	2	0,302	6
63	SBD3.1	924	35,71	2	2	0,263	12
64	SBD0.1	1765	59,52	5	2	0,156	14
65	SBD1.1	831	42,86	9	2	0,097	9
66	SBD2.1	974	22,02	3	2	0,055	9
67	SBD4.1	1542	42,86	2	2	0,012	8
68	SBD5.1	1413	57,14	2	2	0,041	6
69	SBD6.1	1029	66,67	5	2	0,073	6

EXP EXP EXP EXP AEX? AEX?

	Stations	ChG	Taux pôt	ChI	Origine	d° dégrad.	saliss.
70	SBD7.1	815	33,33	2	2	0,000	6
71	SBC1.1	472	41,07	1	2	0,009	2
72	SBC2.1	678	58,93	1	2	0,062	7
73	FB13.1	1307	79,29	4	2	0,372	10
74	FB13.2	1307	79,29	4	2	0,279	7
75	FB18.1	754	47,34	9	2	0,429	9
76	FB19.1	951	82,25	4	1	0,121	12
77	FB19.2	951	82,25	4	1	0,023	4
78	FB20.1	495	41,42	8	2	0,198	10
79	FB20.2	495	41,42	8	2	0,443	19
80	FB25.1	736	58,58	8	1	0,527	13
81	FB25.2	736	58,58	8	1	0,153	1
82	FB17W.1	853	62,72	4	1	0,034	2
83	FB17W.2	853	62,72	4	1	0,076	3
84	FB17E.1	811	62,72	4	1	0,317	12
85	FB17E.2	811	62,72	4	1	0,361	12
86	FB17.1	962	59,17	2	1	0,331	10
87	FB8.1	664	86,98	5	1	0,057	2
88	FB8.2	664	86,98	5	1	0,194	1
89	FB10.1	864	76,92	4	1	0,020	9
90	FB27.1	906	60,95	8	2	0,286	20
91	FB2.1	477	43,20	1	1	0,463	4
92	FB2.2	477	43,20	1	1	0,485	10
93	MP2.1	508	37,04	1	2	0,025	9
94	MP3.1	489	37,04	9	2	0,019	7
95	MP7.1	468	18,52	8	2	0,150	5
96	MP7.2	468	18,52	8	2	0,099	9
97	MP8.1	457	25,93	6	2	0,437	14
98	MP9.1	1077	48,15	9	2	0,579	7
99	MP10.1	1132	48,15	9	2	0,412	10
100	MP11.1	1069	44,44	9	2	0,478	7
101	MP24.1	291	11,11	7	2	0,038	7
102	MP25.1	444	11,11	6	2	0,010	4
103	FB22.1	566	29,66	1	2	0,550	18
104	FB22.2	566	29,66	1	2	0,449	12
105	FB22.3	566	29,66	1	1	0,469	15
106	FB22.4	566	29,66	1	2	0,466	9
107	FB23.1	95	2,97	7	2	0,551	12
108	FB23.2	95	2,97	7	2	0,459	8
109	FB24.1	905	58,47	8	1	0,500	7
110	FB24.2	905	58,47	8	1	0,526	7
111	FB1.1	660	46,61	9	1	0,466	2
112	FB1.2	660	46,61	9	1	0,419	3
113	FB2.3	510	41,10	1	1	0,439	1
114	FB3.1	515	28,39	7	1	0,344	7
115	FB5.1	515	28,39	7	1	0,079	5
116	FB6.1	1289	36,86	6	1	0,713	7
117	FB15.1	1066	43,64	8	2	0,124	17
118	FB26.1	476	9,75	6	2	0,697	6
119	FB26.2	476	9,75	6	2	0,151	3
120	FB27.2	863	47,46	8	2	0,409	11
121	FB17.2	956	54,66	2	2	0,142	3
122	CBP6.1	460	12,86	1	1	0,036	4
123	CBP6.2	460	12,86	1	1	0,038	3
124	CBP6.3	460	12,86	1	1	0,007	4
125	CBP6.4	460	12,86	1	1	0,047	5
126	MP1.1	853	44,61	6	2	0,008	3
127	MP1.2	853	44,61	6	2	0,007	4
128	MP4.1	402	20,59	8	2	0,018	5
129	MP6.1	1231	48,04	2	2	0,115	7
130	MP12.1	532	20,59	7	2	0,464	6
131	MP34.1	618	38,74	8	2	0,085	3
132	MP34.2	618	38,74	8	2	0,024	4
133	MP35.1	356	11,07	7	2	0,029	6
134	MPP6.1	1285	19,37	8	2	0,029	3
135	MPP7.1	504	5,53	6	2	0,138	7

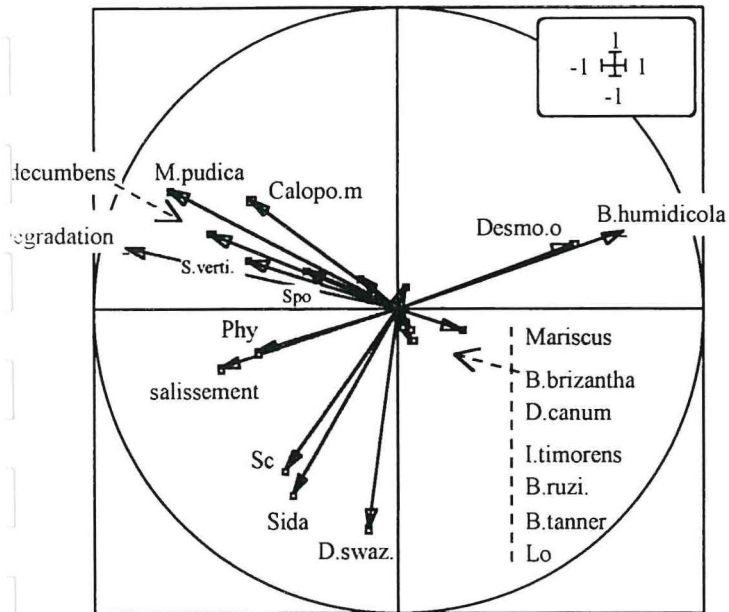
ANNEXE 4 : MATRICE DE CORRELATION DES VARIABLES BOTANIQUES

MATRICE DE CORRELATION DES VARIABLES BOTANIQUES

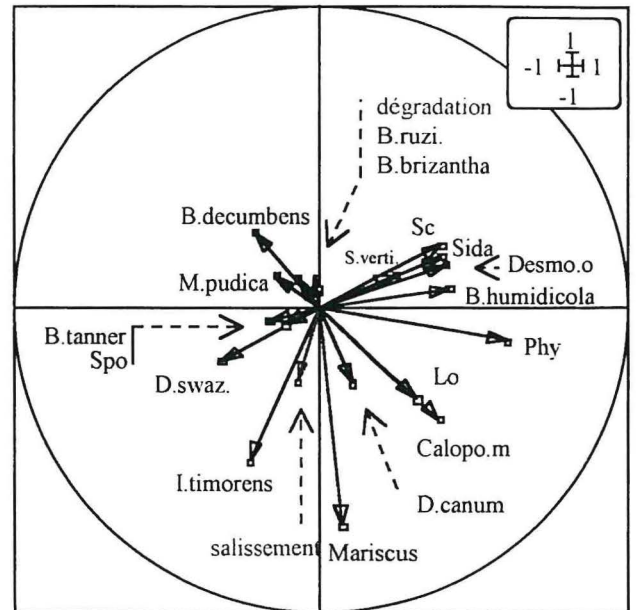
	Bh	Bd	Ds	Bu	Bb	Bt	Br	It	Do	Cassai	Sh	Cm	Aa	Db	Da	Dc	Dsp	Pc	Mp	Sv	Cc	Csu	Csa	Ma	Ky	Cl	Bul	Axp	Csp	Ax	Spo	Pl	Rf	Sc	Lo	Ih	Ha	Ch	Phy	Si	Sd	Et	Ac	As	Mc	Cb	B	Lc	Mpi	Sl	Cp	Mci	Mv	So	Ind	Solnu	dégradation	Sta
Bh	1,000	-.581	-.414	-.095	-.145	.023	-.029	-.202	.511	.138	.119	-.204	-.021	.138	.090	.264	-.061	-.154	-.450	-.158	.087	-.113	.082	.008	-.074	-.147	-.105	-.101	-.150	.010	-.191	.087	-.101	-.260	-.012	.120	-.041	-.144	-.165	-.209	-.094	-.101	-.101	-.101	.010	-.101	-.146	-.114	-.122	-.188	-.101	-.101	-.101	-.132	-.178	-.089	-.523	-.085
Bd	-.581	1,000	-.203	.026	-.129	-.049	-.104	-.111	-.308	-.089	-.115	.270	-.118	-.084	-.053	-.160	.126	.054	.518	.146	-.052	.168	-.071	-.105	-.087	.177	.004	.178	.039	.052	3,284E-4	-.052	.178	.208	-.033	-.071	-.057	.072	.084	.023	-.052	.178	.178	-.052	-.057	.178	.224	.161	.203	.269	-.049	.178	.178	.202	.202	-.078	.462	.070
Ds	-.414	-.203	1,000	.033	-.110	.035	-.057	.004	-.304	-.078	-.011	-.140	.188	-.073	-.047	-.058	.029	-3,561E-4	-.134	-.106	-.045	-.055	.003	-.018	.162	.037	-.045	-.045	.128	.074	-.015	-.045	-.045	.088	-.033	-.062	-.076	.067	.028	.231	.094	-.045	-.045	.051	-.089	-.045	-.053	-.061	-.064	-.113	.208	-.045	-.045	-.069	-.070	.060	-.081	-.057
Bu	-.095	.026	.033	1,000	-.032	.243	-.026	.006	-.085	-.022	-.028	-.022	-.029	-.021	-.013	-.006	-.025	-.023	-.071	-.013	-.013	-.031	-.039	.035	.032	-.026	-.016	-.013	.090	-.013	.071	-.013	-.013	-.011	-.030	-.018	.035	-.029	-.028	-.028	-.013	-.013	-.013	-.025	-.013	.006	-.017	-.018	.044	-.013	-.013	-.013	-.020	.042	-.020	-.030	-.016	
Bb	-.145	-.129	-.110	-.032	1,000	-.052	-.025	-.004	-.093	-.032	-.041	.019	-.042	.128	-.019	-.068	-.020	-.034	.141	.082	-.019	-.045	-.051	-.063	.022	-.038	-.023	-.019	-.040	-.019	-.047	-.019	-.019	-.013	-.008	-.004	.392	.030	.002	-.005	-.019	-.019	-.019	-.019	.360	-.019	-.027	-.025	-.026	-.046	-.019	-.019	-.019	-.029	.060	4,976E-4	.112	-.024
Bt	.023	-.049	.035	.243	-.052	1,000	-.042	-.017	-.122	-.036	-.046	-.048	.014	-.034	-.022	-.054	.013	-.038	-.097	.011	-.021	.020	.048	-.025	.058	-.042	-.026	-.021	.041	-.021	-.011	-.021	-.021	-.035	-.018	-.029	-.024	-.047	-.032	-.046	-.021	-.021	-.021	-.041	-.021	.020	-.028	-.030	-.012	-.021	-.021	-.032	.048	-.017	-.088	-.026		
Br	-.029	-.104	-.057	-.026	-.025	-.042	1,000	.035	-.094	.008	-.008	-.032	-.016	-.024	-.016	.029	.045	-.027	-.049	-.017	-.015	-.037	.011	-.047	.122	-.030	-.016	-.015	.092	-.015	.012	-.015	-.015	-3,993E-4	-.029	-.021	-.024	-.033	-.006	.019	.045	.015	.015	.015	-.001	-.015	-.022	-.020	-.021	-.020	-.015	-.015	-.015	-.023	.031	.060	-.048	-.019
It	-.202	-.111	.004	.006	-.004	-.017	-.035	1,000	-.025	-.031	-.039	-.064	-.040	-.029	-.018	-.024	-.035	.013	-.049	-.014	-.018	-.011	-.050	.208	-.021	-.033	-.021	-.018	-.035	-.018	.071	-.018	-.018	-.048	-.010	-.024	-.031	-.019	-.036	-.039	-.018	-.018	-.018	.037	-.024	-.018	-.013	-.024	-.008	-.046	-.018	-.018	-.018	.005	-.014	-.030	-.028	.001
Do	.511	-.308	-.304	-.085	-.093	-.122	-.094	-.025	1,000	.060	.001	-.159	-.035	.113	-.053	-.053	-.020	-.089	-.336	-.175	.064	-.125	-.042	.072	-.086	-.100	-.050	-.051	-.094	-.048	-.120	-.051	-.039	-.062	-.046	.061	-.088	-.101	-.110	-.103	.051	.051	.023	-.051	-.100	-.051	-.075	-.069	-.070	-.136	-.051	-.051	-.051	-.076	-.112	-.041	-.397	-.065
Cassai	.138	-.089	-.078	-.022	-.032	-.036	.008	-.031	.060	1,000	.681	.044	.377	-.021	-.013	-.052	-.026	-.023	-.086	-.052	-.013	-.032	-.039	.114	-.022	-.026	.020	-.013	-.028	-.013	-.032	-.013	-.013	-.035	.007	-.018	-.023	-.029	-.028	-.029	-.013	-.013	-.013	-.025	-.013	-.019	-.017	-.018	-.035	-.013	-.013	-.013	-.020	-.031	.166	-.091	-.016	
Sh	.119	-.115	-.011	-.028	-.041	-.046	-.008	-.039	.001	.681	1,000	.012	.308	.031	-.017	-.066	-.033	-.030	-.088	-.043	-.017	-.041	.147	.148	-.029	-.034	.031	-.017	-.009	-.017	-.042	-.017	-.017	-.045	.053	.298	-.003	.278	-.031	.193	-.017	-.017	-.017	-.017	-.033	-.017	-.024	-.022	-.024	-.045	-.017	-.017	-.017	-.025	-.023	.082	-.044	-.021
Cm	-.204	.270	-.140	-.022	.019	-.048	-.032	-.064	-.159	.044	.012	1,000	-.048	-.018	-.031	-.045	-.038	.043	.374	.214	.008	.175	-.077	.200	-.043	-.051	.043	-.022	.077	-.022	.032	-.030	-.007	.002	.241	-.025	-.038	-.038	.515	-.021	-.014	-.030	-.030	-.030	.059	-.022	-.021	.100	-.021	.380	.054	-.022	-.022	-.009	.473	-.041	.341	.512
Aa	-.021	-.118	.188	-.029	-.042	.014	-.016	-.040	-.035	.377	.308	-.048	1,000	-.011	-.018	-.054	-.034	-.031	-.113	-.069	-.017	-.042	.258	-.016	-.029	-.034	-.017	-.017	-.014	-.017	-.043	-.017	-.017	-.047	-.006	.068	-.023	-.023	-.038	.028	-.017	-.017	-.017	-.017	-.033	-.017	-.025	-.023	-.024	-.046	-.017	-.017	-.017	-.026	-.041	.017	-.123	-.022
Db	.138	-.084	-.073	-.021	.128	-.034	-.024	-.029	.113	-.021	.031	-.018	-.011	1,000	-.013	.066	-.024	-.022	-.081	-.049	-.012	-.030	.045	-.012	-.021	-.025	-.015	-.012	-.026	-.012	-.030	-.012	-.012	-.033	-.028	.198	-.010	-.005	-.027	-.027	-.012	-.012	-.012	-.012	-.024	-.012	-.018	-.016	-.017	-.033	-.012	-.012	-.012	-.019	-.029	-.031	-.098	-.015
Da	.090	-.053	-.047	-.013	-.019	-.022	-.016	-.018	-.053	-.013	-.017	-.031	-.018	-.013	1,000	-.031	-.015	-.014	-.041	-.031	-.008	-.019	-.023	-.026	-.013	-.016	-.009	-.008	-.017	-.008	-.019	.027	-.008	-.021	-.018	-.011	-.014	-.008	-.017	-.017	-.008	-.008	-.008	-.015	-.008	-.011	-.010	-.011	-.021	-.008	-.008	-.008	-.012	-.018	-.020	-.056	-.010	
Dc	.264	-.160	-.058	-.006	-.068	-.054	.029	-.024	-.053	-.052	-.066	-.045	-.054	.066	.031	1,000	-.040	-.013	-.178	-.104	.040	-.038	.137	.006	-.038	.067	.037	-.030	-.027	-.014	-.059	-.030	.002	-.043	.002	-.041	.075	-.066	-.052	-.061	-.024	.018	.002	.002	-.045	-.030	-.043	-.019	-.039	-.080	-.030	-.030	-.030	-.043	-.043	-.062	-.205	-.036
Dsp	-.061	.126	.029	-.025	-.020	.013	.045	-.035	-.020	-.026	-.033	-.038	-.034	-.024	-.015	-.040	1,000	-.027	.020	.106	-.015	-.036	.008	-.050	-.025	-.030	-.018	-.015	-.032	-.015	-.037	-.015	-.015	.412	-.034	-.020	-.026	.023	-.017	.022	.015	-.015	.584	-.015	0,000	-.015	-.022	-.020	-.021	-.001	-.015	-.015	-.015	-.023	-.022	-.038	.053	-.019
Pc	-.154	.054	-3,561E-4	-.023	-.034	-.038	-.027	.013	-.089	-.023	-.030	.043	-.031	-.022	-.014	-.013	-.027	1,000	.015	-.007	-.013	.180	.091	.190	-.023	.244	.033	.011	-.029	-.013	.054	-.013	-.013	.060	-.030	-.019	-.024	.250	.054	.022	-.013	-.013	-.013	.810	-.022	.011	.003	.569	-.019	-.037	-.013	.011	.011	.089	.097	.200	.078	-.017
Mp	-.450	.518	-.134	-.071	.141	-.097	-.049	-.049	-.336	-.086	-.088	.374	-.113	-.081	-.041	-.178	.020	.015	1,000	.248	-.050	.157	-.066	-.058	-.086	.032	-.027	.074	.114	-.050	.118	.011	-.050	-.021	.057	-.069	.237	.089	.157	.088	.011	-.050	-.038	-.024	.305	.074	.141	.047	.307	.434	.054	.074	.074	.295	.261	.002	.861	.183
Sv	-.158	.146	-.106	-.013	.082	.011	-.017	-.014	-.175	-.052	-.043	.214	-.069	-.049	-.031	-.104	.106	-.007	.248	1,000	-.030	.214	-.073	-.083	-.052	.050	.212	.095	-.003	-.030	.267	-.030	.008	.164	.071	-.042	.231	.037	.289	.108	.085	-.011	.056	-.011	.237	.095	.072	-.015	-.032	.377	-.030	.095	.095	-.030	.020	.046	.499	.286
Cc	.087	-.052	-.045	-.013	-.019	-.021	-.015	-.018	.064	-.013	-.017	.008	-.017	-.012	-.008	.040	-.015	-.013	-.050	-.030	1,000	-.018	-.023	.013	-.013	-.015	-.009	-.007	-.016	-.007	-.019	-.007	-.007	-.020	-.017	-.010	-.013	-.017	-.016	-.017	-.007	-.007	-.007	-.007	-.015	-.007	-.011	-.010	-.011	-.020	-.007	-.007	-.007	-.011	-.018	-.019	-.048	-.009
Csu	-.113	.168	-.055	-.031	-.045	.020	-.037	-.011	-.125	-.032	-.041	.175	-.042	-.030	-.019	-.038	-.036	.180	.157	.214	-.018	1,000	-.055	.447	-.031	.133	-.022	.206	-.040	-.018	-.023	-.018	-.018	.003	-.034	-.025	-.032	.085	-.005	-.041	-.018	-.018	-.018	.008	.206	.261	.277	.080	-.049	-.018	.206	.206	.168	.162	-.047	.205	.119	
Csa	.082	-.071	.003	-.039	-.051	.048	.011	-.050	-.042	-.039	.147	-.077	.258	.045	-.023	.137	.008	.091	-.066	-.073	-.023	-.055	1,000	.034	-.024	.122	-.028	-.023	-.030	-.023	-.038	-.023	-.023	-.023	-.024	.426	.026	.173	-.042	-.041	-.023	-.023	-.023	-.023	-.035	-.023	-.033	.208	-.032	-.036	-.023	-.023	-.023	.024	-.033	-.020	-.059	-.029
Ma	.008	-.105	-.018	.035	-.063																																																					

ANNEXE 5

ACP des variables à expliquer (quantitatives)

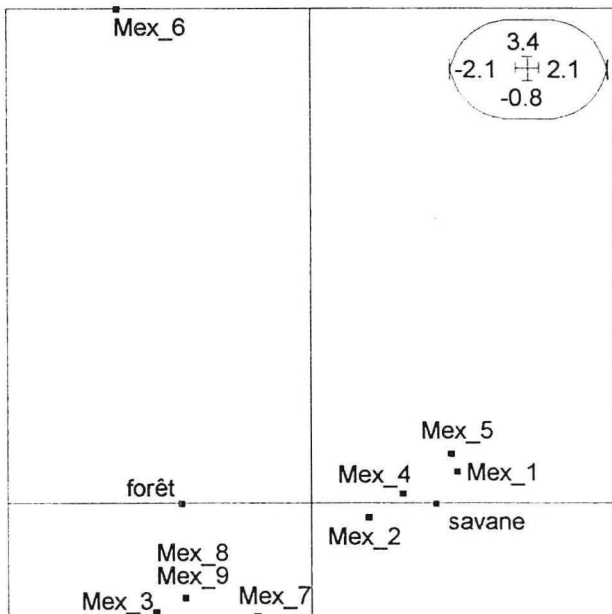


Plan F1-F2

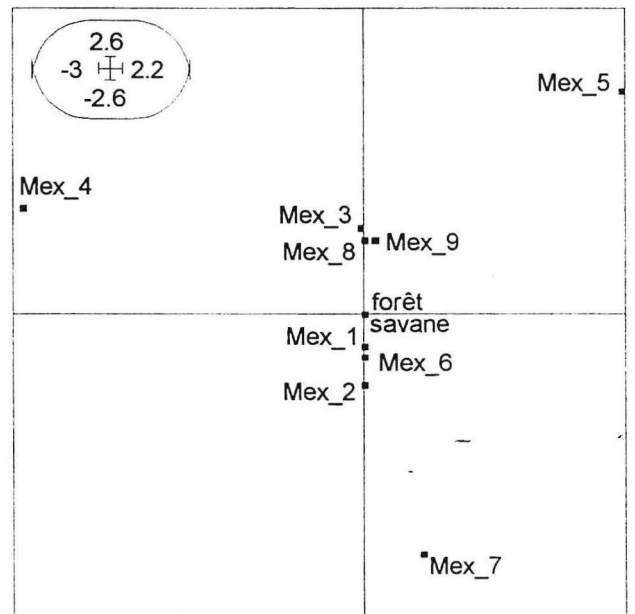


Plan F3-F4

Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) des variables qualitatives (explicatives) :



Plan F1-F2



Plan F3-F4

ANNEXE 6 : CONTRIBUTION DES FACTEURS AUX VARIABLES POUR L'ANALYSE AVEC TOUTES LES VARIABLES.

	Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Fac 4	Fac 5	Fac 6	Fac 7	Fac 8	Fac 9	Fac10	Fac11	Fac12	Fac13	Fac14	Remains
Mex 1	1	617	1719	10	6	1090	44	626	519	49	248	757	430	16	22	384
Mex 2	2	747	100	2	43	2834	996	103	563	1	1320	809	68	1	14	2390
Mex 3	3	5	3122	1402	97	5	2	305	222	16	1069	0	8	734	0	3005
Mex 4	4	0	652	2907	503	4	1724	12	1087	221	295	25	226	246	101	1989
Mex 5	5	855	82	562	248	0	69	702	1414	437	744	1481	579	2	1195	1623
Mex 6	6	540	1	217	937	68	467	496	16	525	141	1026	145	860	3104	1448
Mex 7	7	659	1013	1804	295	1	451	378	3	3	701	800	321	7	1058	2497
Mex 8	8	569	83	213	834	478	409	292	1494	10	164	1287	67	215	294	3582
Mex 9	9	506	13	430	447	71	492	1056	1102	1640	87	106	5	780	39	3219
savane	10	2916	2343	718	296	184	25	195	3	83	166	306	59	77	211	2410
forêt	11	2916	2343	718	296	184	25	195	3	83	166	306	59	77	211	2410
Ch.Totale	12	921	2380	2513	41	890	573	259	25	398	43	32	133	81	53	1651
Taux pât.	13	1457	14	6271	56	29	10	227	79	21	18	100	693	4	38	976
B.humidicola	14	5557	349	658	306	315	608	39	50	65	121	0	168	2	6	1750
B.decumbens	15	3131	786	593	259	333	358	1492	24	161	180	109	213	0	125	2226
D.swaz	16	282	4218	1	51	899	1188	24	21	258	14	331	598	138	5	1964
B.brizantha	17	365	119	206	442	125	8	1922	725	2541	17	0	35	59	229	3199
B.tanner	18	0	415	640	159	251	0	414	41	17	774	0	996	4101	241	1945
B.ruzi	19	7	1046	171	7	388	26	448	1883	1572	0	1610	1254	7	81	1490
I.timorens	20	11	73	159	82	364	1232	144	2553	470	14	0	2491	409	25	1965
Desmo.o	21	3867	1357	37	642	301	48	578	167	18	22	21	37	19	0	2877
Calopo.m	22	1982	1276	4	1840	597	562	543	621	65	19	193	43	0	745	1502
dégradation	23	6716	556	869	12	117	96	88	21	142	231	268	109	141	101	524
salissement	24	2972	550	253	80	376	254	715	389	321	421	65	240	160	146	3051
D.canum	25	453	336	268	160	1050	549	871	2	94	3046	44	23	650	92	2354
M.pudica	26	4200	1328	1786	151	78	294	33	235	21	139	127	15	188	16	1381
S.verti	27	2893	319	415	40	312	9	909	205	475	22	85	46	4	6	4252
Mariscus	28	98	7	547	1011	341	2682	548	49	259	163	140	478	272	288	3111
Spo	29	891	76	22	58	500	680	535	582	2698	659	318	496	15	859	1604
Sc	30	1424	519	133	1744	1439	682	241	406	0	1	55	339	28	154	2829
Lo	31	210	12	85	883	1643	43	7	14	260	1537	378	80	1080	27	3733
Phy	32	1887	8	201	3901	4	23	21	1	2	2	203	47	120	583	2990
Sida	33	891	1290	101	2451	1100	421	630	32	0	1	821	0	0	1	2716

ANNEXE 7 : MATRICE DE CORRELATION DES VARIABLES RETENUES (QUANTITATIVES).

	ChG	Fpât	Bh	Bd	Ds	Bb	Bt	Br	It	Do	Cm	d° dégrad.	d° saliss.	Dc	Mp	Sv	Ma	Spo	Sc	Lo	Phy	Si
ChG	1,000																					
Fpât	,465	1,000																				
Bh	,105	,133	1,000																			
Bd	-,204	-,057	-,580	1,000																		
Ds	,043	-,072	-,413	-,206	1,000																	
Bb	-,159	-,139	-,144	-,130	-,111	1,000																
Bt	,002	-,139	,025	-,050	,034	-,052	1,000															
Br	,371	-,008	-,030	-,103	-,057	-,025	-,041	1,000														
It	,072	,044	-,203	-,111	,004	-,004	-,017	-,035	1,000													
Do	,065	,235	,518	-,312	-,307	-,094	-,124	-,094	-,025	1,000												
Cm	-,266	-,207	-,204	,270	-,140	,019	-,048	-,032	-,064	-,160	1,000											
d° dégrad.	-,153	-,076	-,553	,470	-,058	,114	-,075	-,051	-,031	-,400	,344	1,000										
d° saliss.	,001	-,088	-,393	,257	,154	,084	,041	-,047	-,042	-,412	,163	,450	1,000									
Dc	,084	-,064	,267	-,161	-,060	-,068	-,055	,029	-,024	-,055	-,045	-,206	,157	1,000								
Mp	-,107	,045	-,461	,526	-,131	,143	-,096	-,050	-,049	-,333	,377	,856	,316	-,176	1,000							
Sv	-,261	-,299	-,175	,157	-,100	,087	,015	-,019	-,015	-,169	,219	,485	,187	-,101	,236	1,000						
Ma	,048	,097	,010	-,106	-,019	-,064	-,025	-,046	,208	,071	,200	,002	,084	,005	-,056	-,080	1,000					
Spo	-,059	-,116	-,190	-,001	-,016	-,047	-,012	,013	,071	-,122	,032	,445	,112	-,059	,121	,274	-,013	1,000				
Sc	-,066	-,190	-,259	,208	,088	-,014	-,036	-1,795E-4	-,048	-,063	,002	,226	,238	-,044	-,019	,170	-,021	,027	1,000			
Lo	-,044	-,088	-,004	-,042	-,033	-,009	-,018	-,029	-,010	-,047	,241	,136	,109	,002	,057	,070	,021	,016	,023	1,000		
Phy	-,103	-,185	-,164	,083	,027	,001	-,033	-,006	-,036	-,111	,515	,304	,215	-,052	,160	,296	-,020	,036	,326	,078	1,000	
Si	,129	,019	-,208	-,024	,230	-,006	-,047	,019	-,039	-,104	-,022	,282	,159	-,062	,090	,113	-,057	-,040	,520	,096	,331	1,000

ANNEXE 8 : CONTRIBUTION DES FACTEURS AUX VARIABLES POUR L'ANALYSE SIMPLIFIEE.

	Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Fac 4	Fac 5	Fac 6	Fac 7	Fac 8	Fac 9	Fac10	Fac11	Remains
Mex_1	1	279	1007	919	359	192	1195	4064	9	765	544	287	376
Mex_2	2	1128	132	11	5419	80	80	983	459	9	146	1039	508
Mex_3	3	1	234	5305	99	276	362	340	4	1114	1807	229	223
Mex_4	4	7	3624	175	1550	327	1499	205	913	102	0	722	869
Mex_5	5	1128	529	656	1121	1454	1922	653	1456	377	25	402	273
Mex_6	6	527	159	92	7	1784	363	1368	5255	49	49	200	143
Mex_7	7	693	2122	134	644	46	174	2732	2534	28	0	41	847
Mex_8	8	1074	309	91	257	3385	231	454	139	3643	13	382	15
Mex_9	9	303	377	62	3	2595	4508	889	127	717	1	0	414
Ch.Totale	10	1749	4324	211	1328	210	12	0	0	24	308	76	1754
Taux pāt.	11	1633	5217	1457	676	17	0	0	0	3	4	4	984
B.humidicola	12	6643	987	165	181	34	67	47	0	1	137	900	832
B.decumbens	13	4586	89	1680	109	5	443	18	0	117	1772	518	657
D.swaz	14	394	696	5899	850	0	2	18	0	326	416	931	462
dégradation	15	5411	391	664	84	180	381	5	0	341	92	604	1841
salissement	16	2911	1099	75	836	1121	120	0	0	1226	1753	48	806

